FarDU. Ilmiy xabarlar – Scientific journal of the Fergana State University

Volume 30 Issue 6, 2024-yil DOI: 10.56292/SJFSU/vol30_iss6/a126

UO‘K: 541.64+539.2+547+546.571

NATRIY-KABOKSIMETILSELLYULOZA VA KUMUSH KATIONLARI ASOSIDA OLINGAN POLIMERMETALLOKOMPLEKS ERITMALARINING REOLOGIK XOSSALARI

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРМЕТАЛЛОКОМПЛЕКСНЫХ РАСТВОРОВ НА ОСНОВЕ НАТРИЙ-КАРБОКСИММЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ И КАТИОНОВ СЕРЕБРА

RHEOLOGICAL PROPERTIES OF POLYMERMETALLOKOMPLEX SOLUTIONS BASED ON SODIUM CARBOXYMETHYLCELLULOSE AND SILVER CATIONS

Jalilov Javlon Zafar o‘g‘li[1]
[1]O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademyasi, Polimerlar kimyosi va fizikasi instituti, tayanch doktoranti.

Yunusov Xaydar Ergashovich[2]
[2]O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademyasi, Polimerlar kimyosi va fizikasi instituti, texnika fanlari doktori,katta ilmiy xodim.

Ashurov Nurbek Shodiyevich[3]
[3]O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademyasi, Polimerlar kimyosi va fizikasi instituti, fizika-matematika fanlari fanlari nomzodi, yetakchi ilmiy xodim.

Sarimsaqov Abdushkur Abduxalilovich[4]
[4]O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademyasi, Polimerlar kimyosi va fizikasi instituti, texnika fanlari doktori, professor.

Annotatsiya

Mazkur maqolada tozalangan natriy-karboksimetilsellyuloza (Na-KMS) va polimermetallokompleks eritmalar qovushqoqligiga konsentratsiya va haroratning ta’siri o‘rganilgan. Tanlab olingan almashinish darajasi 0,88 va polimerlanish darajasi 900 bo‘lgan tozalangan 1, 2 va 3%-li Na-KMS eritmalarining to‘liq erish vaqtlari va qovushqoqliklari orasidagi bog‘liqlik aniqlandi. Na-KMSning 1, 2 va 3% bo‘lgan suvli eritmasi tayyorlandi va uning reologik ko‘rsatkichlari aniqlandi. Na-KMS eritmalariga bir xil miqdorda kumush nitrat ($AgNO_3$) tuzi ta’sir etirilganda eritmalarning qovushqoqligi ortganligi aniqlandi. Na-KMS va $AgNO_3$ eritmalari asosida sintez qilingan polimermetallokompleks birikma reologik va IK-spektroskopik tadqiqotlar orqali isbotlangan.

Аннотация

В данной статье исследованы влияние концентрации и температуры на вязкость растворов очищенного натрий-карбоксиметилцеллюлозы (Na-КМЦ) и полимерметаллокомплексов. Установлена зависимость между временем достижения полного растворения и вязкостью растворов очищенной Na-КМЦ с уровнем замещения 0,88 и степенью полимеризации 900 при концентрациях 1, 2 и 3%. Подготовлены водные растворы Na-КМЦ с концентрациями 1, 2 и 3%, и определены их реологические характеристики. Обнаружено, что при добавлении одинакового количества соли нитрата серебра ($AgNO_3$) к растворам Na-КМЦ их вязкость увеличивается. Полимерметаллокомплекс, синтезированный на основе растворов Na-КМЦ и $AgNO_3$, был подтвержден реологическими и ИК-спектроскопическими исследованиями.

Abstract

in this article the effect of concentration and temperature on the viscosity of purified sodium-carboxymethylcellulose (CMC) and polymermetallokomplexes solutions is studied. The relationship between the complete dissolution times and viscosities of the purified 1, 2 and 3% CMC solutions with a selected degree of substitution 0.88 and a degree of polymerization 900 was determined. An aqueous solution of 1, 2 and 3% CMC was prepared and its rheological parameters were determined. It was found that the viscosity of the solutions increased when CMC solutions were exposed to the same amount of silver nitrate ($AgNO_3$) salt. The polymermetallokomplexes

compound synthesized on the basis of CMC and $AgNO_3$ solutions was proved by rheological and FTIR spectroscopy studies.

Kalit so'zlar: *Natriy-karboksimetilsellyuloza, reologiya, almashinish darajasi, polimerlanish darajasi, qovushqoqlik, konsentratsiya, harorat.*

Ключевые слова: *натрий-карбоксиметилцеллюлоза, реология, степен замещения, степен полимеризации, вязкость, концентрация, температура.*

Key words: *sodium-carboxymethylcellulose, rheology, degree of substitution, degree of polymerization, viscosity, concentration, temperature.*

KIRISH

Natriy-karboksimetiltsellyuloza (Na-KMS) – sellyulozaning eng keng tarqalgan oddiy efirlaridan biri bo'lib, angidro-glyukozaning 1,4-uglerod atomlarining molekulalararo glikozid bog'lari orqali bog'langan chiziqli polisaxariddir va ishqoriy muhitda sellyulozani alkillovchi agent - monoxlorsirka kislotasining natiriyli tuzi yordamida eterifikatsiya reaktsiyasi orqali olinadi. Tozalangan Na-KMS oq rang bo'lib, zararsiz, hidsiz, bioparchalanuvchan kukun bo'lib, suvda eriydi. Na-KMS makromolekulalarida organizm uchun nojo'ya ta'sir etuvchi element atomlari va erkin radikallarning bo'lmasligi bilan dori vositalari va tibbiy buyumlar yaratishda muhim amaliy ahamiyatga ega hamda Na-KMS quyi konsentrasiyalarda ham yuqori qovushqoqlik xossani namoyon etadi. Na-KMS suvli eritmalarining reologik xossalari o'rganilganda uning qovushqoqlik xossalari kesish tezligi, harorat va kontsentratsiyaga bog'liq.

Na-KMSning suvda eruvchanlik xossasi uning almashinish darajasi qiymatlariga bog'liq bo'lib, almashinish darajasi qiymatining ortishi bilan uning eruvchanligi ortadi. Na-KMS eritmalarida qovushqoqlik xossalar va elektrostatik ta'sirlar orasidagi korrelyatsion bog'liqliklar etarlicha o'rganilmagan. Na-KMS makromolekulalaridagi karboksil guruhlar va metal ionlar orasidagi ion-koordinatsion bog'lanishlar va qovushqoqlik xossalar orasidagi korrelyatsion bog'liqliklar o'rganish istiqbolli va dolzarb yunalishlardan hisoblanadi. Tozalangan Na-KMS farmatsevtika sanoatida keng qo'lanishi tufayli polielektrolit xossasini namayon qilishi uning makromolekulalari orasidagi elektrostatik ta'sirlari va qovushqoqlik xossalari orasidagi bog'liqliklarni o'rganish istiqbolli yunalishlardan hisoblanadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Bugungi kunda polimerlarning reologik xossalarini tadqiq etish farmasevtika, oziq-ovqat, polimerlarni qayta ishlash, bo'yoqlar, neft-kimyo va kosmetika sanoati yo'nalishlarida muhim amaliy ahamiyatga ega [1]. Polimerlarning molekulyar tuzilish parametrlari va xossalarini aniqlashda qovushqoqlik eng muhim ko'rsatkichlaridan biri bo'lib, polimerlarning yuqori va quyi molekulyar massalari eritmalarida turlicha reologik xossalarni namoyon qiladi [2].

Na-KMS eritmalari Nyuton va Nyuton bo'lmagan suyuqliklarga mansub bo'lib [3] uning eritmalardagi konsentratsiyasi, molekulyar massasi va almashinish darajasi reologik xossalarini belgilaydi [4,5]. Tozalangan Na-KMS eritmasining qovushqoqligi haroratga ham bog'liq bo'lib, harorat oshirilganda uning [6] qovushqoqlik xossalarining kamayishi Na-KMS makromolekulalarining o'zaro ta'sirining mos ravishda kamayishi bilan izohlanadi. Harorat ko'tarilishi bilan molekulalarning o'rtacha kinetik energiyasi ortadi, natijada ular orasidagi o'rtacha masofa kengayadi va erkin hajm ko'payadi [7]. Quyi haroratlarda Na-KMS makromolekulalari barqaror holatda bo'lib, ularning o'zaro ta'sir energiyalari kichik nisbatlarda bo'ladi [8]. Makromolekulalararo o'zaro ta'sir kuchlarning zaiflashishi Na-KMS qovushqoqligining pasayishiga olib keladi [9]. Bundan tashqari harorat keskin oshirilganda Na-KMS makromolekulalarining destruksiyalanishi va tartibli harakatlanishi qovushqoqlikni pasayishiga olib kelishi mumkin [10].

Na-KMS asosida olingan gidrogellar metall nanozarralarini sintez qilishda barqarorlashtiruvchi vazifasini o'taydi va tibbiyot sohalarida keng qo'llaniladi [11]. Na-KMS eritmalariga bir va ikki valentli metal tuzlari ta'sir ettirilganda uning qovushqoqlik xossalari ortadi va eritmalar Nyuton bo'lmagan xossalarni namoyon etadi [12]. Na-KMSning suvli eritmasiga $ZnCl_2$, $CaCl_2$, $FeCl_3$ tuzlari ta'sir ettirilganda eritmaning qovushqoqligi ortadi va eritmada ushbu tuzlarning miqdori ortishi bilan qovushqoqlik keskin oshganligi aniqlangan [13]. Na-KMS eritmasiga $Al_2(SO_4)_3$ tuzidan pH-6 qiymatgacha tushguncha ta'sir etirilgangda eritma qovushqoqligi keskin oshganligi va gel shakliga o'tishi aniqlangan [14].

KIMYO

Mazkur ishning maqsadi, turli konsentratsiyali tozalangan Na-KMS va tarkibida turli xil konsentratsiyali kumush nitrat tuzi tutgan tozalangan Na-KMS eritmalarining reologik xossalarini tadqiq etishdan iborat.

METODLAR VA MATERIALLAR

Mazkur ishda polimer matritsasi sifatida almashinish darajasi (AD) 0.85 va polimerlanish darajasi (PD) 850 bo‘lgan “Promxim Impex” MChJ (O‘zbekiston) korxonasida ishlab chiqarilgan Na-KMS sanoat namunalari organik va noorganik tuzlardan tozalangandan keyin foydalanilgan [5]. Tozalangandan keyin AD - 0.88 va PD - 900 bo‘lgan Na-KMSning turli konsentratsiyali suvli eritmalarining qovushqoqligiga erish vaqtining ta’siri *HBDV-2T* (*LAB UK, Xitoy*) markali rotorli viskozimetrda o‘zgarmas tezlik gradienti 16.72 rpm bo‘lgan, 5-360 minut oraliqda, 25±1℃ haroratda aniqlandi. Tozalangan Na-KMS namunalarining konsentratsiyasi 1, 2, va 3%-li suvli eritmalari tayyorlandi va 8000 ayl/daqiqa tezlikda 20 daqiqa davomida sentrifuga (*CenLee 20K, Xitoy*) qilish orqali erigan va gel fraksiyalar ajratib olindi. Ajratib olingan erigan fraksiyalarini turli tezlik gradientida qovushqoqliklari aniqlandi va 20, 40, 60, 80℃ haroratlarda o‘zgarmas 25 rpm tezlik gradientida qovushqoqlik xossalari aniqlandi. Bundan tashqari Frenkel Eyring tenglamasiga binoan faollanish energiyasi topildi [15].

Ajratib olingan 1, 2 va 3%-li Na-KMS eritmalarining erigan fraksiyalariga $AgNO_3$ tuzining 0.1 M konsentratsiyali eritmasidan (pH=5.14) 1-10 ml hajmda qo‘shib 30 minut vaqt davomida 120 ayl/minut tezlikda mexanik aralashtirildi 25±1℃ haroratda tezlik gradientlari 30-200 rpm oraliqlar qovushqoqligini dastlabki 1, 2 va 3%-li Na-KMS eritmalariga taqqoslash maqsadida *HBDV-2T* (*LAB UK, Xitoy*) markali rotorli viskozimetr qurilmasida aniqlandi.

Na-KMSning 2%-li erigan fraksiyasiga (pH=7.38) 25℃ haroratda $AgNO_3$ tuzining 0.1, 0.5, va 1.0 molyar konsentratsiyali eritmasidan bir xil miqdorda Na-KMS eritmasiga qo‘shib 120 ayl/minut tezlikda 5 minut vaqt davomida mexanik aralashtirildi va eritma Anton Paar MCR 92 (*Avstriya*) qurilmasida tezlik gradienti 1-4000 rpm oraliqda eritmalarning reologik xossalari aniqlandi.

OLINGAN NATIJALAR VA ULARNING MUHOKAMASI

Tozalangan Na-KMS va $AgNO_3$ asosida polimermetallkomplekslar sintez qilish uchun Na-KMS asosida olingan turli konsentratsiyali eritmalar olindi va ularning reologik xossalari tadqiq etildi.

Dastavval tozalangan Na-KMS namunalarining 1, 2 va 3%-li suvli eritmalari qovushqoqlik xossalarining erish vaqtiga bog‘liqligi aniqlandi va olingan natijalar 1-jadvalda keltirildi.

1-jadval

Turli xil konsentratsiyali tozalangan Na-KMS namunalarining qovushqoqlik xossalariga erish vaqtining ta’siri

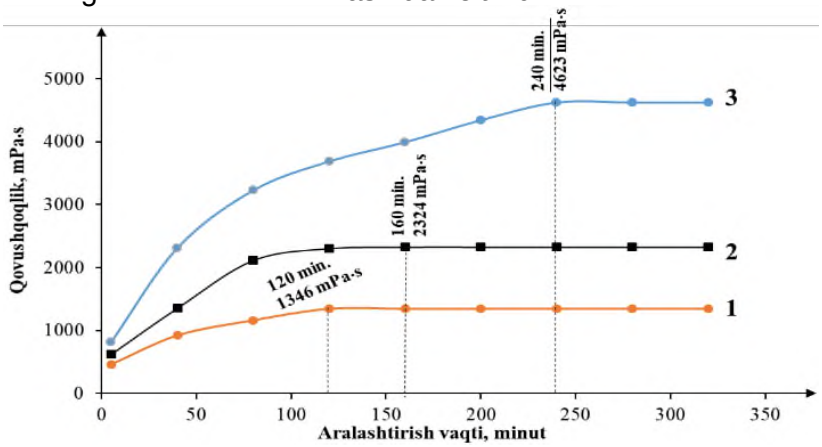
(tezlik gradienti-16.72, eritma zichligi-1.006, harorat-25±1℃,

1 %-li tozalangan Na-KMS eritmasi										
Erish vaqti (minut)	5	40	80	120	160	200	240	280	320	360
Qovushqoqlik η, mPa·s	462	924	1164	1346	1346	1346	1346	1346	1346	1346
Siljish kuchlanishi τ, mPa	11238	13465	20563	31832	31832	31832	31832	31832	31832	31832
2 %-li tozalangan Na-KMS eritmasi										
Qovushqoqlik η, mPa·s	619	1353	2113	2300	2324	2324	2324	2324	2324	2324
Siljish kuchlanishi τ, mPa	10237	33933	53014	57691	57847	57847	57847	57847	57847	57847
3 %-li tozalangan Na-KMS eritmasi										

Qovushqoqlik η, mPa·s	815	2313	3228	3687	3892	4242	4623	4623	4623	4623
Siljish kuchlanishi τ, mPa	18880	26142	33465	54395	65811	73195	87633	87633	87633	87633

AD - 0.88 va PD - 900 bo‘lgan Na-KMS)

Olingan natijalardan ko‘rinadiki, 1%-li tozalangan Na-KMS namunalarining erish vaqti 120 minutgacha oshirilganda uning qovushqoqligi bilan bir vaqtda siljish kuchlanishi ham ortib borgan va 120 minutdan keyin ushbu qiymatlar o‘zgarmagan. Tozalangan Na-KMS namunalarining 2%-li eritmalarida erish vaqti 160 minutgacha davom etirilganda uning qovushqoqligi va siljish kuchlanishi mos ravishda ortib borgan va 160 minutdan keyin ushbu ko‘rsatkichlar o‘zgarmay qolganligi aniqlandi. Tozalangan Na-KMS namunalarining 3%-li konsentrlangan eritmasini tayyorlash jarayonida erish vaqti 240 minutgacha oshirilganda ushbu eritmaning qovushqoqligi 240 minutdan keyin o‘zgarmagan. Tozalangan Na-KMS namunalarining 1, 2, 3%-li eritmalarini tayyorlashda ularning optimal erish vaqtlari va ushbu to‘yingan eritmalarning qovushqoqligi va siljish kuchlanish qiymatlari grafik ko‘rinishda 1-rasmda keltirildi.



AD - 0.88 va PD - 900 bo‘lgan Na-KMS namunasining 1% (1); 2% (2); 3% - li (3) eritmalari.

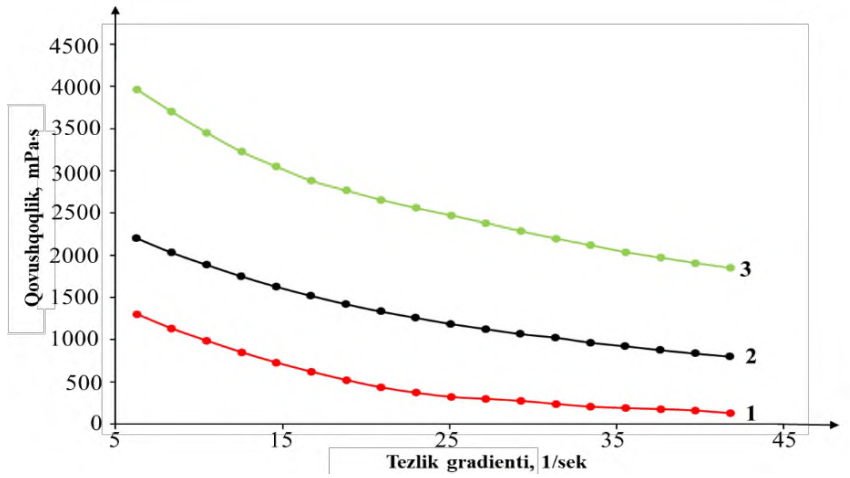
1-rasm. Tozalangan Na-KMS namunalarining 1, 2, 3%-li konsentrlangan suvli eritmalarining qovushqoqligiga erish vaqtiga bog‘liqligi.

Olingan 1-rasmdagi natijalardan kurinadiki AD - 0.88 va PD - 900 bo‘lgan 1, 2, 3%-li eritmarida Na-KMSning erish vaqtlari mos ravishda 120, 160 va 240 minutga teng ekanligi aniqlandi.

Aralashtirish vaqti davomiyligining ortishi bilan namunalarda qovushqoqlik xossalari o‘zgarmaganligi Na-KMSning suvda to‘la eriganligi bilan izohlanadi (1-rasm 1, 2, 3 chiziqlar).

Mazkur eritmalarda qovushqoqlik ko‘rsatkichlarini o‘zgarishida tezlik gradientining ta’siri o‘rganildi va olingan natijalar 2-rasmda keltirildi.

KIMYO



AD - 0.88 va PD - 900 bo‘lgan Na-KMS namunasining 1% (1); 2% (2); 3% - li (3) eritmalari.

2-rasm. Tozalangan Na-KMSning 1, 2, 3%-li eritmalar qovushqoqligining o‘zgarishida tezlik gradientining ta’siri.

Olingan natijalardagi 2-rasmdan ko‘rinadiki sentrifuga qilingan Na-KMS eritmalarining erigan fraksiyalarida reologik xossalar o‘rganilganda tezlik gradienti ortib borishi bilan ularning qovushqoqliklari kamaygan. Adabiyotlardan ma’lumki polimer eritmalarning oqish jarayonlarini ifodalashda Guk qonuni bo‘yicha siljish kuchlanishi eritmalarning qovushqoqligi va tezlik gradientiga to‘g‘ri proporsional bo‘lib quyidagi formula orqali ifodalanadi.

$$\tau = \eta \cdot \gamma$$

Bu yerda: τ– surilish kuchlanishi, η– qovushqoqlik, γ- tezlik gradienti

Bundan ko‘rinib turibdiki o‘zgarmas siljish kuchi tezlik gradientining oshishi eritma qovushqoqligining pasayishiga olib keladi.

Odatda polimerlarning qovushqoqlik xossalari ularning strukturalariga bog‘liq bo‘lib ular turli fizik-kimyoviy omillar ta’sirida o‘zgaradi [16]. Ko‘p hollarda tashqi ta’sirlar to‘xtatilganda polimer eritmalarining qovushqoqlik xossalari qayta tiklanadi [17]. Tozalangan Na-KMS asosida olingan 1, 2, 3%-li eritmalarining qovushqoqliklari 20℃, 40℃, 60℃ va 80℃ haroratlarda o‘rganildi va olingan natijalar 2-jadvalda keltirildi.

2-jadval

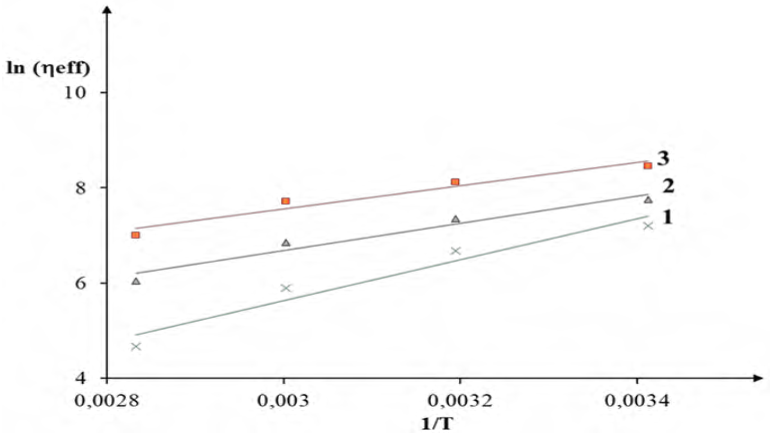
Turli xil konsentratsiyali tozalangan Na-KMS eritmasining 20℃, 40℃, 60℃ va 80℃ haroratlarda qovushqoqlik xossalari.

1 %-li tozalangan Na-KMS eritmasi				
Harorat ℃	20	40	60	80
Qovushqoqlik (η), mPa·s	1347	796	364	106
Siljish kuchlanishi (τ), mPa	30173	18732	9688	6381
2 %-li tozalangan Na-KMS eritmasi				
Qovushqoqlik (η), mPa·s	2325	1568	946	423
Siljish kuchlanishi (τ), mPa	46845	32933	21830	10684
3 %-li tozalangan Na-KMS eritmasi				
Qovushqoqlik (η), mPa·s	4738	3383	2240	1103
Siljish kuchlanishi (τ), mPa	59228	53014	44821	27325

Olingan natijalardan ko‘rinadiki, Na-KMS eritmasining qovushqoqligi haroratga teskari proporsional bo‘lib harorat oshganda eritmaning qovushqoqligi kamaygan (2-jadval). Tozalangan Na-KMS namunalarining 1, 2 va 3%-li eritmalarida qovushqoqlik dastlab 20℃ haroratda mos ravishda 1347 mPa·s, 2325 mPa·s va 4738 mPa·s qiymatlarda bo‘lgan bo‘lsa sistema 80℃

haroratgacha oshirilganda eritmaning qovushqoqligi mos ravishda 106 mPa·s, 423 mPa·s va 1103 mPa·s qiymatgacha kamaygan. Sistemada eritmaning harorati oshirilganda uning qovushqoqligi tushishi ehtimol Na-KMS makromolekulalari tartibli xolatga o‘tishi bilan izohlanadi [17].

Turli haroratlarda olingan qovushqoqlik qiymatlardan Frenkel-Eyring tenglamasi orqali effektiv qovushqoqlari va qovushqoq oqimining fa’ol energiyasi hisoblab topildi va natijalar 3-rasmda keltirildi.

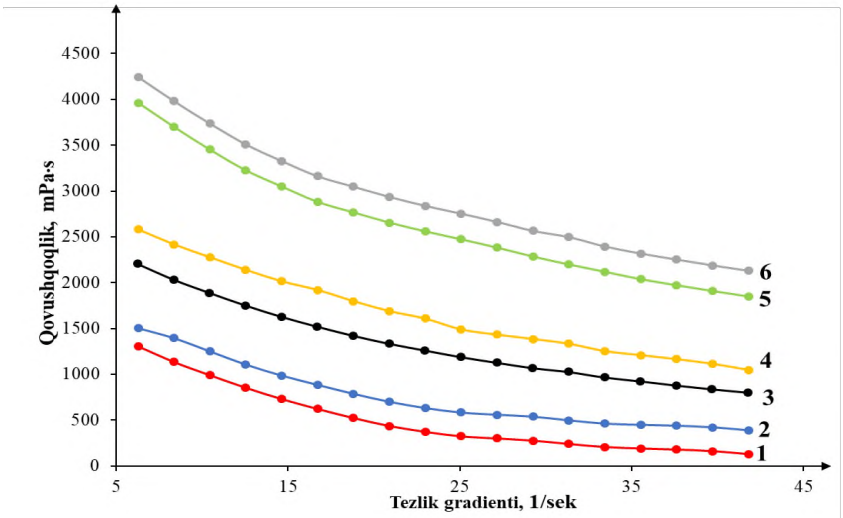


AD - 0.88 va PD - 900 bo‘lgan Na-KMS namunasining 1% (1); 2% (2); 3% - li (3) eritmalari

3-rasm. Na-KMS eritmalarida effektiv qovushqoqlik logarifmining haroratga teskari bog‘liqligi.

Frenkel-Eyring *ln(ηeff) = lnA + Ea/RT* tenglamasini qo‘llab, effektiv qovushqoqlik (*ln eff.*) logarifmining haroratga teskari (*1/T*) bog‘liqligi aniqlandi va *a = Ea/R* bog‘liqlik egri chizig‘idan qovushoq oqimining fa’ol energiya qiymati 1%, 2% va 3%-li Na-KMS eritmasi uchun mos ravishda Ea_1 = 35,69 kJ/mol, Ea_2= 23,88 kJ/mol va Ea_3 = 20,33 kJ/mol qiymatlarda ekanligi aniqlandi. Qovushoq oqimning bunday faol energiya qiymati Na-KMS makromolekulalarida kimyoviy uzilishlar mavjud emasligini ko‘rsatadi.

Ishning navbatdagi qismida tozalangan Na-KMSning AD-0.88 va PD-900 bo‘lgan namunasidan olingan 1%, 2% va 3%-li eritmalariga 0,1 M konsentratsiyali $AgNO_3$ eritmasidan bir xil miqdorda qo‘shildi va hosil bo‘lgan polimermetallokomplekslarning qovushqoqligi dastlabki namunalarga nisbatan solishtirildi va olingan natijalar 4-rasmda keltirildi.



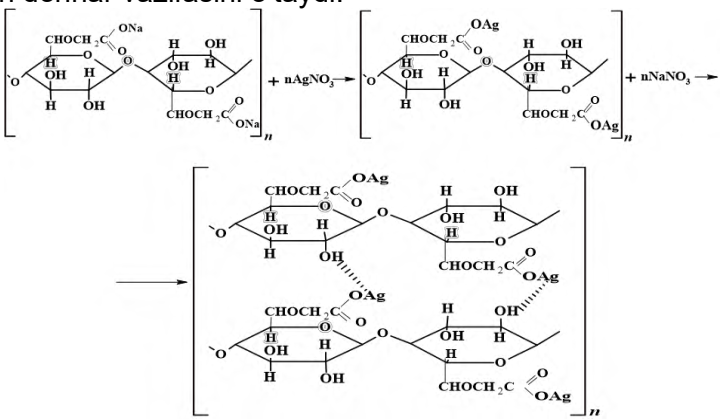
1. *Na-KMSning 1%-li eritmasi,* ***2.*** *(1%-li Na-KMS:0,1 M $AgNO_3$) xajim nisbatlari10:1,* ***3.*** *Na-KMSning 2%-li eritmasi,* ***4.*** *(2%-li Na-KMS:0,1 M $AgNO_3$) xajim nisbatlari10:1,* ***5.*** *Na-KMSning 3%-li eritmasi,*
6. *(3%-li Na-KMS:0,1 M $AgNO_3$) xajim nisbatlari10:1.*

4-rasm. Tozalangan Na-KMSning 1, 2, 3%-li suvli eritmalariga kumush nitrat

ta’sir etirilganda qovushqoqlik xossalarining tezlik gradientiga bog‘liqligi.

Olingan natijalardagi 4-rasmdan ko‘rinadiki tozalangan Na-KMS namunalarining 1, 2, 3%-li eritmalariga (4-rasm, 1, 3, 5, chiziqlar) 0,1 M konsentratsiyali $AgNO_3$ eritmasidan 10:1 nisbatda (Na-KMS:$AgNO_3$) qo‘shilganda hosil bo‘lgan polimermetallokomplekslarning qovushqoqliklari ortib borgan (4-rasm, 2, 4, 6, chiziqlar). Na-KMS eritmasiga $AgNO_3$ eritmasi ta’sir etirilganda qovushqoqlik xossalarining ortishi eritmada Na^+ ionlari Ag^+ ionlari bilan almashishi natijasida ehtimol Ag^+KMS^- polimermetallokompleks xosil bo‘lishi va makromolekulalar o‘zaro tikilganligi bilan izohlash mumkin [18] (6-rasm).

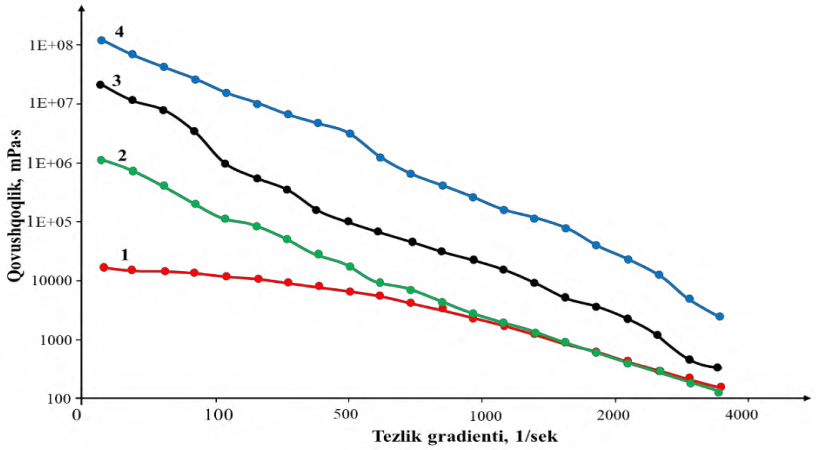
Adabiyotlardan ma’lumki, bir valentli kumush organik ligantlar bilan 2, 4, 6 songa ega bo‘lgan koordinatsion birikmalarni hosil qiladi [19]. Kompleks hosil qiluvchi Ag^+ ionlari akseptor bo‘lib bo‘sh valentlik orbitalini ifodalaydi Ag^+KMS^- va ligand makromolekulalaridagi juftlashmagan elektronlar ular uchun donnar vazifasini o‘taydi.



5-rasm. Suvli eritmalarda Na-KMS va $AgNO_3$ tuzlari orasidagi reaksiya natijasida hosil bo‘lgan polimermetallokompleksning taklif etilayotgan tuzilishi

Na-KMSning 2%-li eritmasiga 0.1, 0.5, va 1.0 M konsentratsiyali $AgNO_3$ eritmasidan 100:3 nisbatda ta’sir etirilganda, reaksiya Arrenius nazariyasiga muvofiq [20] dissotsiatsiyalanish natijasida eritmada Na^+, Ag^+ kationlari va NO_3^-, $–COO^-$ anionlari hosil bo‘ladi. Eritmada hosil bo‘lgan kuchsiz elektrolitlar Ag^+ kationi va $–COO^-$ anionlari qaytmas reaksiya asosida birikadi va natijada muvozanat to‘liq Ag^+KMS^- tarkibli polimermetallokompleks tomonga siljiydi va gel hosil bo‘ladi (5-rasm).

Tozalangan Na-KMSning 2%-li eritmasiga turli miqdorlarda $AgNO_3$ eritmasi ta’sir etirilganda olingan Ag^+KMS^- polimermetallokompleks gelida tezlik gradienti ortishi bilan ularning qovushqoqlik xossalari aniqlandi va olingan natijalar 6-rasmda keltirildi.

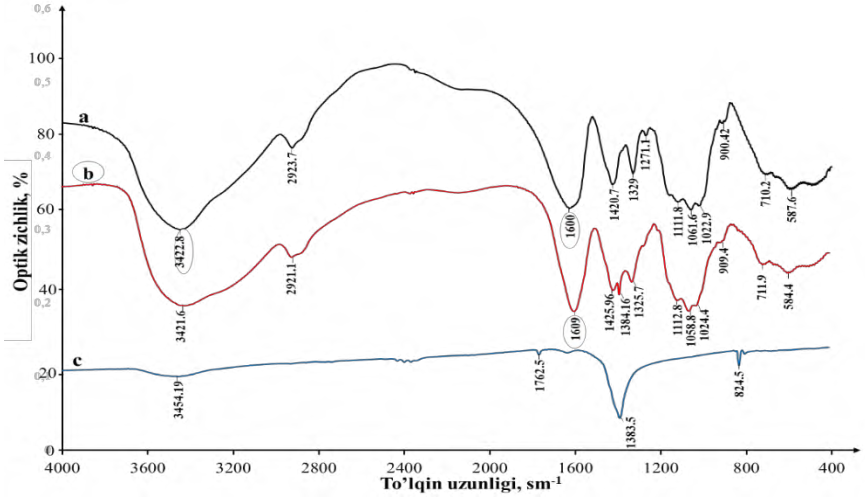


1. *Na-KMSning 2%-li eritmasi,* ***2****. (2%-li Na-KMS:0,1 M $AgNO_3$) xajim nisbatlari100:3,*
3. *(2%-li Na-KMS:0,5 M $AgNO_3$) xajim nisbatlari100:3* ***4.*** *(2%-li Na-KMS: 1,0 M $AgNO_3$) xajim nisbatlari100:3,*

6-rasm. Tozalangan Na-KMS eritmasiga 0.1, 0.5 va 1.0 M konsentratsiyali bo‘lgan $AgNO_3$ eritmasi ta’sir etirilganda olingan Ag^+KMS^- polimermetallokomleks gelining reologik tadqiqot natijalari.

Olingan natijalardagi 6-rasmdan kurinadiki Ag^+KMS^- eritmalarida tezlik gradienti ortishi bilan ularning qovushqoqligi pasaygan [17].

Eritma tarkibida Ag^+ kationlari va Na-KMS makromolekulalaridagi karboksimetil guruxlar o‘zaro ta’sirini aniqlash maqsadida, Na-KMS va Ag^+KMS^- asosida plyonkalar olindi hamda IQ-Fure spektroskopik tadqiqotlar olib borildi. Olingan natijalar 7-rasmda keltirildi.



a. *2% Na-KMS eritmasidan olingan plyonka,* ***b.*** *tarkibida 0.216 % Ag kationlari tutgan Ag^+KMS^- plyonka,* ***c.*** *$AgNO_3$ tuzi*

7-Rasm. Na-KMS asosidagi imlant-plyonka namunalarining IQ–Fure spektr natijalari.

Olingan natijalardagi 7-rasmda keltirilgan Na-KMS va metal ionlar tutgan namunalardagi funksional guruhlarning deformatsion tebranishlari IQ–Fure spektroskopik tadqiqotlar orqali keng yoritilgan [21-23]. Spektrdagi 3434 sm^{-1} sohada simmetrik va assemmetrik deformatsion tebranish gidroksil guruhlardagi (R-OH) O-H bog‘larni xaraktirlaydi. 2926 sm^{-1} sohada assemmetrik tebranish gidroksimetil funksional guruhdagi C-H bog‘larga mos keladi. 1600 sm^{-1} va 1420 sm^{-1} sohalardagi assemmetrik va semmetrik deformatsion tebranishlar mos ravishda Na-KMS makromolekulalaridagi karboksimetil guruhlardagi O-C=O bog‘larni xaraktirlaydi. Spektrdagi to‘lqin uzunligi 1326 sm^{-1} sohadagi deformatsion tebranish $R\text{-}CH_2OCOO^-$ funksional guruhdagi –C-CH va O-CH-valent bog‘lanishlarni ifodalaydi.

Bundan tashqari spektrlardagi 1115 va 1060 sm^{-1} yutilish sohalardagi piklar $R\text{-}CH_2OCOO^-$ funksional guruhdagi mos ravishda C-O va C-O-C bog‘larni haraktirlaydi (7a-rasm). Bundan tashqari tarkibida kumush kationi tutgan Na-KMS plyonkasidan olingan IQ–Fure spektrdagi 1385 sm^{-1} sohada $O=NO_2^-$ nitrat radikalining O-N-O valent tebranishiga mos keladi [24, 25].

Tozalangan Na-KMS makromolekulasidagi natriy (Na^+) va kumush (Ag^+) kationlari ta’sirlashganda spektrlarda nur yutilish intensivligi 1609 sm^{-1} va 1425.96 sm^{-1} sohalarda siljigan (7b-rasm). Bu esa o‘z navbatida Na-KMS makromolekulasidagi karboksil guruhlar ($-COO^-$) eritmadagi Ag^+ kationlari bilan ta’sirlashib ion-koordinatsion bog‘lar bilan bog‘langanligini ifodalaydi. To‘lqin uzunligi 1384.16 sm^{-1} sohadagi yangi tebranish sodir bo‘lib (7b-rasm), bu soha kumush kationiga xos ekanligini tasdiqlash maqsadida kumush nitrat tuzining spektri o‘rganilganda 1383.5 sm^{-1} sohada deformatsion tebranishlar O-N-O bog‘lanishni ifodalanganligi aniqlandi (8c-rasm).

XULOSALAR

Tozalangan Na-KMS namunalarining 1, 2, va 3%-li suvli eritmalarini tayyorlashda erish vaqti ortishi bilan ularning qovushqoqlik xossalari o‘zgarishi aniqlandi va Na-KMS eritmalarining optimal erish vaqtlari aniqlandi.

Na-KMS namunalarining 1, 2, va 3%-li eritmalarining erigan va gel fraksiyalarida tezlik gradienti ortishi bilan ularning qovushqoqlik xossalari aniqlandi.

Tozalangan Na-KMS namunalarining 1, 2, 3%-li eritmalarida haroratni oshirilganda mos ravishta qovushqoqligi tushganligi aniqlandi. Bundan tashqari Na-KMS eritmalarining effektiv

qovushqoqlik logarifmining haroratga teskari bog‘liqligi Frenkel-Eyring formulasi orqali qovushqoqlik oqimining faol energiya qiymatlari aniqlandi.

Na-KMS namunalarining 1, 2, 3%-li eritmalariga turli konsentratsiyali kumush nitrat eritmasi ta’sirlashganda xosil bo‘lgan $Ag^{+}KMS^{-}$ polimermetallokompleksning qovushqoqlik xossalari ortishi aniqlandi.

Na-KMS makromolekulasidagi karboksimetil guruhlar kumush kationlari bilan ta’sirlashib $Ag^{+}KMS^{-}$ polimermetallokomplekslar hosil qilishi reologik va IQ-Fure spektroskopik tadqiqotlar orqali aniqlandi.

Mazkur ish O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Innovatsion rivojlanish agentligi tomonidan moliyalashtirilgan FL-7923051761 “Kopmleks xususiyatlarga ega tibbiyot materiallarini olish maqsadida modifikatsiyalangan uglerod va sellyuloza hosilalarini yaratishning fundamental asoslarini ishlab chiqish” mavzusidagi bajarilishi 2024-2025 yillarga mo‘ljallangan O‘zbekiston-Belorussiya fundamental qo‘shma loyihasi doirasida bajarilgan.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Al-Shammari B., Al-Fariss T., Al-Sewailm F., & Elleithy R. //The effect of polymer concentration and temperature on the rheological behavior of metallocene linear low density polyethylene (mLLDPE) solutions// Journal of King Saud University-Engineering Sciences, 2011. 23(1), pp. 9-14. https://doi.org/10.1016/j.jksues.2010.07
2. Mirandaz I.Y., Camarillo C.A., Reyes M.E., Puente J.G., &López B. //Aspectos estructurales, reológicos y dieléctricos de la etil celulosa//Ingenierías, Abril-Junio 2019, Vol. 22, pp.40-53.
3. Wagner Patrycja, Sylwia Różańska, Ewelina Warmbier, Adrianna Frankiewicz, and Jacek Różański //Rheological Properties of Sodium Carboxymethylcellulose Solutions in Dihydroxy Alcohol/Water Mixtures// Materials 2023, 16 (1), pp.1-13 https://doi.org/10.3390/ma16010418.
4. Lopez C. G., and Walter Richtering. //Oscillatory Rheology of Carboxymethyl Cellulose Gels: Influence of Concentration and PH// Carbohydrate Polymers 2021. Vol. 267, pp. 118117 https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118117
5. Yuldoshov Sh.A., Yunusov Kh.E., Sarymsakov A.A., Goyibnazarov I.Sh. //Synthesis and characterization of sodium carboxymethylcellulose from cotton, powder, microcrystalline and nanocellulose// Polymer Engineering and Science. 2022, V.62, pp. 677–686. doi.org/10.1002/pen.25874
6. Cancela M.; Álvarez E.; Maceiras R. Effects of temperature and concentration on carboxymethylcellulose with sucrose rheology. J. Food Eng. 2005, 71, pp. 419–424
7. El Miri N.; Abdelouahdi K.; Barakat A.; Zahouily M.; Fihri A.; Solhy A.; El Achaby M. //Bio-Nanocomposite Films Reinforced with Cellulose Nanocrystals: Rheology of Film-Forming Solutions, Transparency, Water Vapor Barrier and Tensile Properties of Films// Carbohydr. Polym. 2015, 129, pp. 156–167.
8. Abutalib M. //Effect of zinc oxide nanorods on the structural, thermal, dielectric and electrical properties of polyvinyl alcohol/carboxymethyle cellulose composites// Phys. B Condens. Matter 2019, 557, pp. 108–116.
9. Silva-Weiss A.; Bifani V.; Ihl M.; Sobral P.; Gómez-Guillén M. //Polyphenol-rich extract from murta leaves on rheological properties of film-forming solutions based on different hydrocolloid blends// J. Food Eng. 2014, 140, pp. 28–38
10. Britto D.; Assis O.B. //Thermal degradation of carboxymethylcellulose in different salty forms// Thermochim. Acta 2009, 494, pp. 115–122.
11. Abdulkhani A., Sousefi M.D., Ashori A., Ebrahimi G., //Preparation and characterization of sodium carboxymethyl cellulose/silk fibroin/graphene oxide nanocomposite films, Polymer Testing 2016, Vol. 52, pp. 218-224 doi: 10.1016/j.polymertesting.2016.03.020.
12. Sharratt William N. //Conformation and Phase Behavior of Sodium Carboxymethyl Cellulose in the Presence of Mono and Divalent Salts// Macromolecules, 2019. Vol. 53, pp.1-12, doi.org/10.1021/acs.macromol.9b02228.
13. Xiao Hong Yang ва Wei Ling Zhu// Viscosity properties of sodium carboxymethylcellulose solutions Cellulose 2007. 14 pp.409–417, DOI 10.1007/s10570-007-9137-9
14. Elliot J.H., Ganz A.J. //Some rheological properties of sodium carboxymethylcellulose solutions and gels// Rheologica Acta, 1974, 13 pp.670–674
15. Я.И. Френкель Кинетическая теория жидкостей. Изд-ва Наука Ленинград отд. Л., 1975, 592 с.
16. B.C. Chakraborty, Debdatta Ratna // Elastic deformation-Hookean solid// Polymers for Vibration Damping Applications 2020, Pages 69-141, doi.org/10.1016/B978-0-12-819252-8.00003-3
17. Т.М. Бабаев Юқори молекуляр бирикмала, “Фан ва технология” 2015, 528 бет.
18. Pescok R.L., Shields L.D., Caims T., McWilliam IG (1976) Modern methods of chemical analysis. Wiley, New York
19. Неёлова О.В., Бокиева Д.Т. // Комплексные соединения и их роль в медицине// международный студенческий научный вестник, 2016, №3, ст.-3-5
20. Парпиев Н.А., Раҳимов Х.Р., Муфтахов А.Г. Анорганик кимё назарий асослари. Ўзбекистон. Тошкент-2000. Бетлар. 123-127.
21. M.N. Nadagouda and R.S. Varma, “Synthesis of thermally stable carboxymethylcellulose/metal biodegradable nanocomposites for potential biological applications,” Biomacromolecules, 2007, vol. 8, 9, pp. 2762–2767

22. J. Liu, F. He, T.M. Gunn, D. Zhao, and C. B. Roberts, “Precise seed-mediated growth and size-controlled synthesis of palladium nanoparticles using a green chemistry approach,” *Langmuir*, 2009, vol. 25, no. 12, pp. 7116–7128

23. F. He, D. Zhao, J. Liu, and C. B. Roberts, “Stabilization of Fe-Pd nanoparticles with sodium carboxymethyl cellulose for enhanced transport and dechlorination of trichloroethylene in soil and groundwater,” *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 2007, vol. 46, pp. 29–34

24. B. D. Mistry, *A Handbook of Spectroscopic Data*, Oxford Book Company, New Delhi, India, 2009.

25. T. R. Kozlowski and R. F. Bartholomew, “Reactions between sodium carboxylic acid salts and molten sodium nitrate and sodium nitrite,” *Inorganic Chemistry*, 1968, vol. 7, no. 11, pp. 2247– 2254