



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-КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ И КАТИОНОВ СЕРЕБРА****RHEOLOGICAL PROPERTIES OF POLYMERMETALLOKOMPLEX SOLUTIONS  
BASED ON SODIUM CARBOXYMETHYLCELLULOSE AND SILVER CATIONS****Jalilov Javlon Zafar o'g'li<sup>1</sup>** <sup>1</sup>O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi, Polimerlar kimyosi va fizikasi instituti, tayanch doktoranti.**Yunusov Xaydar Ergashovich<sup>2</sup>** <sup>2</sup>O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi, Polimerlar kimyosi va fizikasi instituti, texnika fanlari doktori, katta ilmiy xodim.**Ashurov Nurbek Shodiyevich<sup>3</sup>** <sup>3</sup>O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi, Polimerlar kimyosi va fizikasi instituti, fizika-matematika fanlari fanlari nomzodi, yetakchi ilmiy xodim.**Sarimsaqov Abdushkur Abduxalilovich<sup>4</sup>** <sup>4</sup>O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi, 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 ( $\text{AgNO}_3$ ) tuzi ta'sir etirilganda eritmalarining qovushqoqligi ortganligi aniqlandi. Na-KMS va  $\text{AgNO}_3$  eritmaları 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-KMЦ) и полимерметаллокомплексов. Установлена зависимость между временем достижения полного растворения и вязкостью растворов очищенной Na-KMЦ с уровнем замещения 0,88 и степенью полимеризации 900 при концентрациях 1, 2 и 3%. Подготовлены водные растворы Na-KMЦ с концентрациями 1, 2 и 3%, и определены их реологические характеристики. Обнаружено, что при добавлении одинакового количества соли нитрата серебра ( $\text{AgNO}_3$ ) к растворам Na-KMЦ их вязкость увеличивается. Полимерметаллокомплекс, синтезированный на основе растворов Na-KMЦ и  $\text{AgNO}_3$ , 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 ( $\text{AgNO}_3$ ) salt. The polymermetallokomplexes

compound synthesized on the basis of CMC and AgNO<sub>3</sub> 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-karboksimetilsellyuloza (Na-KMS) – sellyulozaning eng keng tarqalgan oddiy efirlaridan biri bo'lib, angidro-glyukozaning 1,4-uglerod atomlarining molekulararo glikozid bog'lari orqali bog'langan chiziqli polisaxariddir va ishqoriy muhitda sellyulozani alkillovchi agent - monoxlorosirka kislotasining natiriyli tuzi yordamida eterifikatsiya reaksiyasi 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'lmashligi 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 konsentratsiyaga 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 xossalari va elektrostatik ta'sirlar orasidagi korrelyatsion bog'liqliklar etarlicha o'rganilmagan. Na-KMS makromolekularidagi karboksil guruhlar va metal ionlar orasidagi ion-koordinatsion bog'lanishlar va qovushqoqlik xossalari orasidagi korrelyatsion bog'liqliklar o'rganish istiqbolli va dolzarb yunalishlardan hisoblanadi. Tozalangan Na-KMS farmatsevtika sanoatida keng qo'llanishi tufayli polielektrolit xossasini namoyon qilishi uning makromolekulalari orasidagi elektrostatik ta'sirlari va qovushqoqlik xossalari orasidagi bog'liqliklarni o'rganish istiqbolli yunalishlardan hisoblanadi.

### ADABIYOTLAR TAHLILI

Bugungi kunda polimerlarning reologik xossalari 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 xossalari 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 xossalari belgilaydi [4,5]. Tozalangan Na-KMS eritmasining qovushqoqligi haroratga ham bog'liq bo'lib, harorat oshirilganda uning [6] qovushqoqlik xossalari kamayishi Na-KMS makromolekularining o'zaro ta'sirining mos ravishda kamayishi bilan izohlanadi. Harorat ko'tarilishi bilan molekularning 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]. Makromolekulararo o'zaro ta'sir kuchlarning zaiflashishi Na-KMS qovushqoqligining pasayishiga olib keladi [9]. Bundan tashqari harorat keskin oshirilganda Na-KMS makromolekularining destruksiyanishi 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<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>, FeCl<sub>3</sub> tuzlari ta'sir ettirilganda eritmaning qovushqoqligi ortadi va eritmada ushbu tuzlarning miqdori ortishi bilan qovushqoqlik keskin oshganligi aniqlangan [13]. Na-KMS eritmasiga Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> tuzidan pH-6 qiymatgacha tushguncha ta'sir ettirilganda 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) korxonasi 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 viskozimetrdan o'zgarish tezlik gradienti 16.72 rpm bo'lgan, 5-360 minut oraliqda,  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  haroratda aniqlandi. Tozalangan Na-KMS namunalari konsentratsiyasi 1, 2, va 3%-li suvli eritmalar tayyorlandi va 8000 ayl/daqiqda 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,  $80^\circ\text{C}$  haroratlarda o'zgarish tezlik gradientida qovushqoqlik xossalarini aniqlandi. Bundan tashqari Frenkel Eyring tenglamasiga binoan faollanish energiyasi topildi [15].

Ajratib olingan 1, 2 va 3%-li Na-KMS eritmalarining erigan fraksiyalariga  $\text{AgNO}_3$  tuzining 0.1 M konsentratsiyali eritmasidan ( $\text{pH}=5.14$ ) 1-10 ml hajmda qo'shib 30 minut vaqt davomida 120 ayl/minut tezlikda mexanik aralashtirildi  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  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 ( $\text{pH}=7.38$ )  $25^\circ\text{C}$  haroratda  $\text{AgNO}_3$  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 eritmalarining reologik xossalarini aniqlandi.

**OLINGAN NATIJALAR VA ULARNING MUHOKAMASI**

Tozalangan Na-KMS va  $\text{AgNO}_3$  asosida polimermetallkomplekslar sintez qilish uchun Na-KMS asosida olingan turli konsentratsiyali eritmalar olindi va ularning reologik xossalarini tadqiq etildi.

Dastavval tozalangan Na-KMS namunalari 1, 2 va 3%-li suvli eritmalarining qovushqoqlik xossalarini erish vaqtiga bog'liqligi aniqlandi va olingan natijalar 1-jadvalda keltirildi.

**1-jadval**

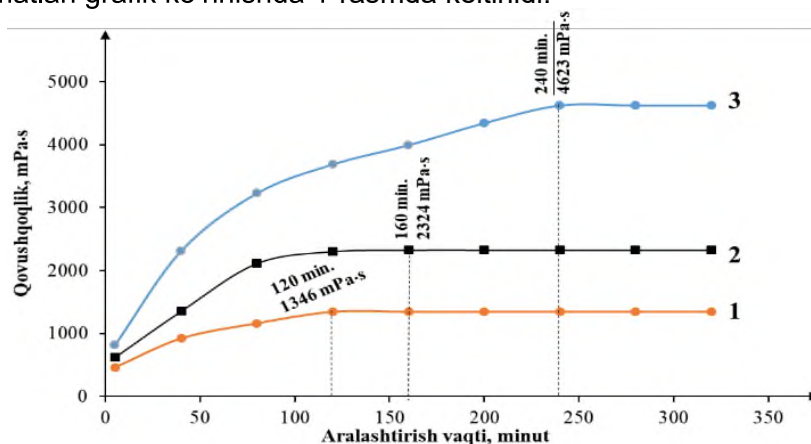
**Turli xil konsentratsiyali tozalangan Na-KMS namunalari qovushqoqlik xossalariga erish vaqtining ta'siri**  
(tezlik gradienti-16.72, eritma zichligi-1.006, harorat- $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,

<b>1 %-li tozalangan Na-KMS eritmasi</b>										
Erish vaqti (minut)	5	40	80	120	160	200	240	280	320	360
Qovushqoqlik $\eta$ , mPa·s	462	924	1164	1346	1346	1346	1346	1346	1346	1346
Siljish kuchlanishi $\tau$ , mPa	1123 8	1346 5	2056 3	3183 2	3183 2	3183 2	3183 2	3183 2	3183 2	3183 2
<b>2 %-li tozalangan Na-KMS eritmasi</b>										
Qovushqoqlik $\eta$ , mPa·s	619	1353	2113	2300	2324	2324	2324	2324	2324	2324
Siljish kuchlanishi $\tau$ , mPa	1023 7	3393 3	5301 4	5769 1	5784 7	5784 7	5784 7	5784 7	5784 7	5784 7
<b>3 %-li tozalangan Na-KMS eritmasi</b>										

Qovushqoqlik $\eta$ , mPa·s	815	2313	3228	3687	3892	4242	4623	4623	4623	4623
Siljish kuchlanishi $\tau$ , 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.



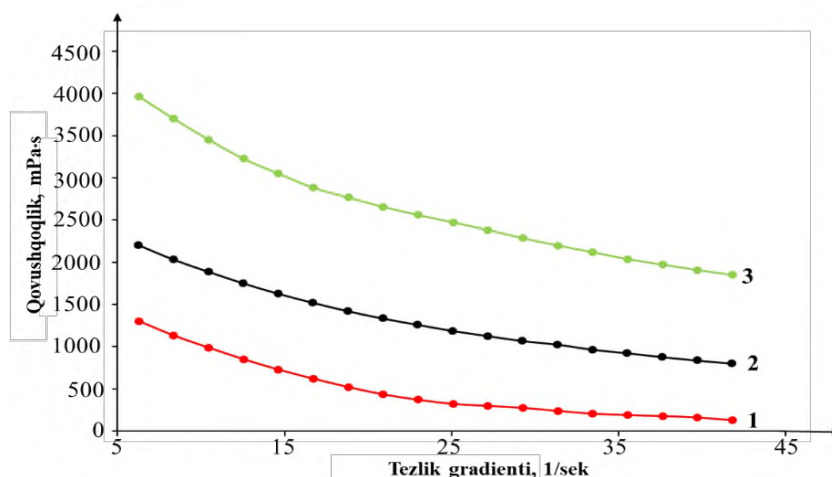
AD - 0.88 va PD - 900 bo'lgan Na-KMS namunasining 1% (1); 2% (2); 3% - li (3) eritmalari.

**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.



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

### 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 eritmalarining oqish jarayonlarini ifodalashda Guk qonuni bo'yicha siljish kuchlanishi eritmalarining qovushqoqligi va tezlik gradientiga to'g'ri proporsional bo'lib quyidagi formula orqali ifodalanadi.

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

Bu yerda:  $\tau$ – surilish kuchlanishi,  $\eta$ – qovushqoqlik,  $\gamma$ - 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°C, 40°C, 60°C va 80°C haroratlarda o'rganildi va olingan natijalar 2-jadvalda keltirildi.

### 2-jadval

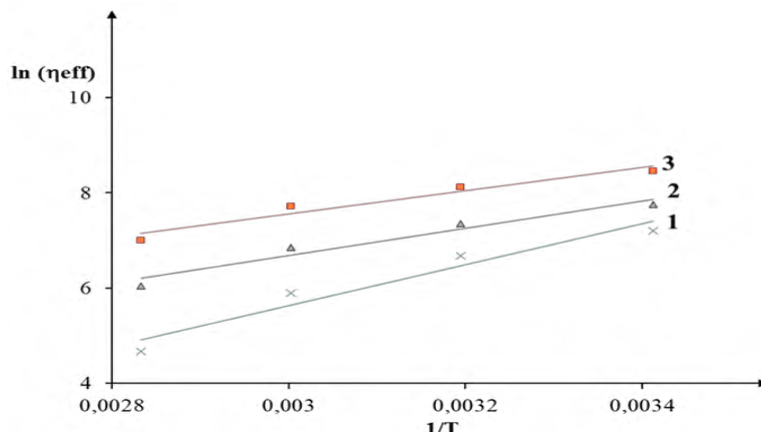
Turli xil konsentratsiyali tozalangan Na-KMS eritmasining 20°C, 40°C, 60°C va 80°C haroratlarda qovushqoqlik xossalari.

1 %-li tozalangan Na-KMS eritmasi				
Harorat °C	20	40	60	80
Qovushqoqlik ( $\eta$ ), mPa·s	1347	796	364	106
Siljish kuchlanishi ( $\tau$ ), mPa	30173	18732	9688	6381
2 %-li tozalangan Na-KMS eritmasi				
Qovushqoqlik ( $\eta$ ), mPa·s	2325	1568	946	423
Siljish kuchlanishi ( $\tau$ ), mPa	46845	32933	21830	10684
3 %-li tozalangan Na-KMS eritmasi				
Qovushqoqlik ( $\eta$ ), mPa·s	4738	3383	2240	1103
Siljish kuchlanishi ( $\tau$ ), 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 namunalari 1, 2 va 3%-li eritmalarida qovushqoqlik dastlab 20°C haroratda mos ravishda 1347 mPa·s, 2325 mPa·s va 4738 mPa·s qiymatlarda bo'lgan bo'lsa sistema 80°C

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.

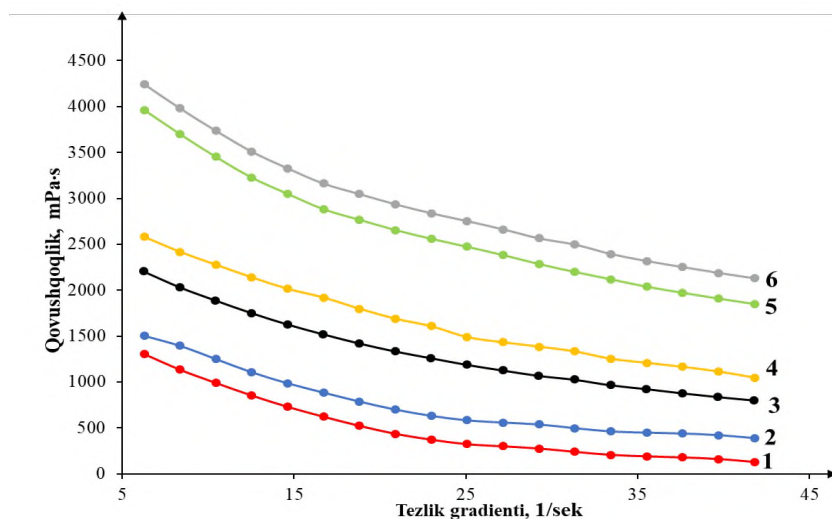


AD - 0.88 va PD - 900 bo'lgan Na-KMS namunasining 1% (1); 2% (2); 3% - li (3) eritmalarini

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

Frenkel-Eyring  $\ln(\eta_{eff}) = \ln A + E_a/RT$  tenglamasini qo'llab, effektiv qovushqoqlik ( $\ln \eta_{eff}$ ) logarifmining haroratga teskari ( $1/T$ ) bog'liqligi aniqlandi va  $a = E_a/R$  bog'liqlik egri chizig'idan qovushqoq oqimining fa'ol energiya qiymati 1%, 2% va 3%-li Na-KMS eritmasi uchun mos ravishda  $E_{a1} = 35,69$  kJ/mol,  $E_{a2} = 23,88$  kJ/mol va  $E_{a3} = 20,33$  kJ/mol qiymatlarda ekanligi aniqlandi. Qovushqoq oqimning bunday fa'ol 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 nisbatlari 10:1, 3. Na-KMSning 2%-li eritmasi, 4. (2%-li Na-KMS:0,1 M  $AgNO_3$ ) xajim nisbatlari 10:1, 5. Na-KMSning 3%-li eritmasi, 6. (3%-li Na-KMS:0,1 M  $AgNO_3$ ) xajim nisbatlari 10:1.

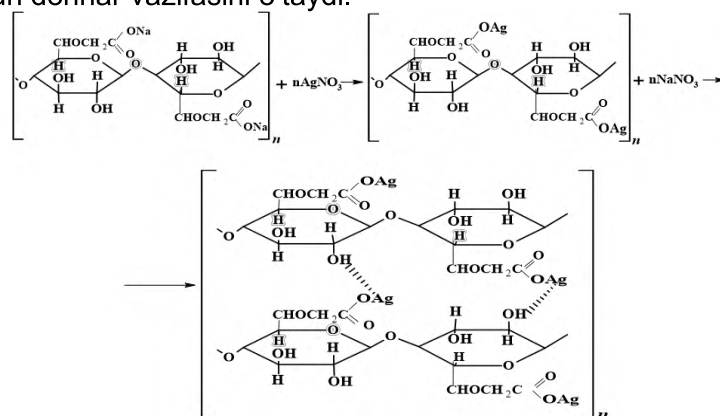
### 4-rasm. Tozalangan Na-KMSning 1, 2, 3%-li suvli eritmalariga kumush nitrat

## KIMYO

**ta'sir etirilganda qovushqoqlik xossalaring 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  $\text{AgNO}_3$  eritmasidan 10:1 nisbatda ( $\text{Na-KMS}:\text{AgNO}_3$ ) qo'shilganda hosil bo'lgan polimermetallokomplekslarning qovushqoqliklari ortib borgan (4-rasm, 2, 4, 6, chiziqlar). Na-KMS eritmasiga  $\text{AgNO}_3$  eritmasi ta'sir etirilganda qovushqoqlik xossalaring ortishi eritmada  $\text{Na}^+$  ionlari  $\text{Ag}^+$  ionlari bilan almashishi natijasida ehtimol  $\text{Ag}^+\text{KMS}^-$  polimermetallokompleks xosil bo'lishi va makromolekulalar o'zaro tikilganligi bilan izohlash mumkin [18] (6-rasm).

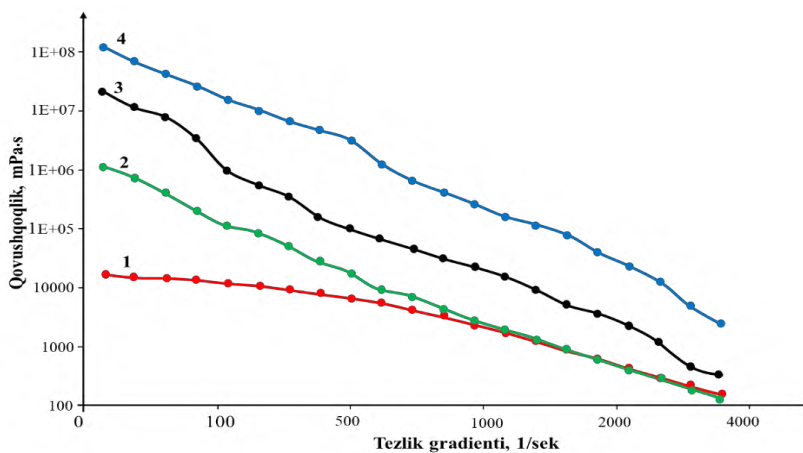
Adabiyotlardan ma'lumki, bir valentli kumush organik ligantlar bilan 2, 4, 6 songa ega bo'lgan koordinatsion birikmalarni hosil qiladi [19]. Kompleks hosil qiluvchi  $\text{Ag}^+$  ionlari akseptor bo'lib bo'sh valentlik orbitalini ifodalaydi  $\text{Ag}^+\text{KMS}^-$  va ligand makromolekularidagi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



**5-rasm. Suvli eritmalarda Na-KMS va  $\text{AgNO}_3$  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  $\text{AgNO}_3$  eritmasidan 100:3 nisbatda ta'sir etirilganda, reaksiya Arrenius nazariyasiga muvofiq [20] dissotsiatsiyalanish natijasida eritmada  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ag}^+$  kationlari va  $\text{NO}_3^-$ ,  $-\text{COO}^-$  anionlari hosil bo'ladi. Eritmada hosil bo'lgan kuchsiz elektrolitlar  $\text{Ag}^+$  kationi va  $-\text{COO}^-$  anionlari qaytmas reaksiya asosida birikadi va natijada muvozanat to'liq  $\text{Ag}^+\text{KMS}^-$  tarkibli polimermetallokompleks tomonga siljiydi va gel hosil bo'ladi (5-rasm).

Tozalangan Na-KMSning 2%-li eritmasiga turli miqdordlarda  $\text{AgNO}_3$  eritmasi ta'sir etirilganda olingan  $\text{Ag}^+\text{KMS}^-$  polimermetallokompleks gelida tezlik gradienti ortishi bilan ularning qovushqoqlik xossalari aniqlandi va olingan natijalar 6-rasmda keltirildi.

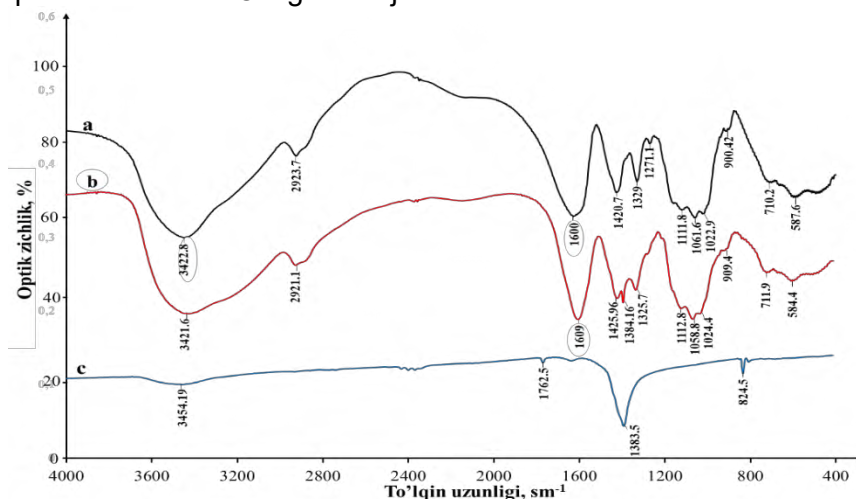


1. Na-KMSning 2%-li eritmasi, 2. (2%-li Na-KMS:0,1 M  $\text{AgNO}_3$ ) xajim nisbatlari 100:3,  
3. (2%-li Na-KMS:0,5 M  $\text{AgNO}_3$ ) xajim nisbatlari 100:3 4. (2%-li Na-KMS: 1,0 M  $\text{AgNO}_3$ ) xajim nisbatlari 100:3,

**6-rasm. Tozalangan Na-KMS eritmasiga 0.1, 0.5 va 1.0 M konsentratsiyali bo'lgan  $\text{AgNO}_3$  eritmasi ta'sir etirilganda olingan  $\text{Ag}^+\text{KMS}^-$  polimermetallokompleks gelineg reologik tadqiqot natijalari.**

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

Eritma tarkibida  $\text{Ag}^+$  kationlari va Na-KMS makromolekularidagi karboksimetil guruxlar o'zaro ta'sirini aniqlash maqsadida, Na-KMS va  $\text{Ag}^+\text{KMS}^-$  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  $\text{Ag}^+\text{KMS}^-$  plyonka, **c.**  $\text{AgNO}_3$  tuzi

**7-Rasm. Na-KMS asosidagi imlant-plyonka namunalari ning 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]. Spekrtdagi  $3434\text{ cm}^{-1}$  sohada simmetrik va assemmetrik deformatsion tebranish gidroksil guruhlardagi (R-OH) O-H bog'larni xarakterlaydi.  $2926\text{ cm}^{-1}$  sohada assemmetrik tebranish gidroksimetil funksional guruhdagi C-H bog'larga mos keladi.  $1600\text{ cm}^{-1}$  va  $1420\text{ cm}^{-1}$  sohalardagi assemmetrik va semmetrik deformatsion tebranishlar mos ravishda Na-KMS makromolekularidagi karboksimetil guruhlardagi O-C=O bog'larni xarakterlaydi. Spekrtdagi to'lqin uzunligi  $1326\text{ cm}^{-1}$  sohadagi deformatsion tebranish R-CH<sub>2</sub>OCOO<sup>-</sup> funksional guruhdagi -C-CH va O-CH-valent bog'lanishlarni ifodalaydi.

Bundan tashqari spektrlardagi 1115 va  $1060\text{ cm}^{-1}$  yutilish sohalardagi piklar R-CH<sub>2</sub>OCOO<sup>-</sup> funksional guruhdagi mos ravishda C-O va C-O-C bog'larni haraktiraydi (7a-rasm). Bundan tashqari tarkibida kumush kationi tutgan Na-KMS plyonkasidan olingan IQ-Fure spektrdagi  $1385\text{ cm}^{-1}$  sohada O=NO<sub>2</sub><sup>-</sup> nitrat radikalining O-N-O valent tebranishiga mos keladi [24, 25].

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

**XULOSALARI**

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

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

## KIMYO

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  $\text{Ag}^+\text{KMS}^-$  polimermetallokompleksning qovushqoqlik xossalari ortishi aniqlandi.

Na-KMS makromolekulasidagi karboksimetil guruhlar kumush kationlari bilan ta'sirlashib  $\text{Ag}^+\text{KMS}^-$  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-Belorusiya 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 Róžańska, Ewelina Warmbier, Adrianna Frankiewicz, and Jacek Róžański //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/carboxymethyl 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](https://doi.org/10.1021/acs.macromol.9b02228).
13. Xiao Hong Yang va 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, Debdata 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](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819252-8.00003-3)
17. Т.М. Бабаев Юқори молекуляр бирикмага, "Фан ва технология" 2015, 528 бет.
18. Pescok R.L., Shields L.D., Cairns 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.П., 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