

**УДК 541.18****DİSPERS NANOSİSTEMLƏRİN HAZIRLANMASI VƏ ONLARIN  
REOLOGİYASININ TƏDQIQI****E.A.MƏMMƏDOV***Azərbaycan Texniki Universiteti**neftoil.az@rambler.ru*

*Təqdim olunan işdə neft sənayesində istifadə olunan KMS-350 və KMS-500 markalı 0,1, 0,3, 0,5, 1,0, 1,5 və 2,0 %-li polimer məhlullar hazırlamaqla onların reoloji parametrlərinin temperatur asılılığı öyrənilmişdir. Həmin məhlullara 60-80 nm ölçülü 0.005% alüminium nanohissəciklər əlavə edilərək dispers maye sistem hazırlanmış və onların müqayisəli reologiyası tədqiq olunmuşdur.*

Açar sözlər: karboksimetilsellyuloza, reologiya, nanosistem

Məlum olduğu kimi, neft sənayesinin müxtəlif sahələrində polimerlərdən geniş istifadə olunur. Belə polimerlərdən biri də irimolekullu polimerlər sistemlərinə aid olan karboksimetilsellyuloza (KMS)-dir. KMS polimeri əsasən iki marka ilə - KMS-350 və KMS-500 markaları ilə buraxılır. KMS suda yaxşı həll olunan polimerlər sırasına aiddir. Onun bu keyfiyyətindən istifadə edilərək neft sənayesində qazma məhlullarının hazırlanmasında və neftçıxarmanın müxtəlif texnoloji proseslərində tətbiqinə geniş yer verilir.

KMS-350 və KMS-500 polimerləri bir-biri ilə molekullarının həcminə görə fərqlənirlər. Hər iki polimer suda həll olduqda yeni struktur-mexaniki xassəyə malik maye alınır. Belə ki, həm KMS-350, həm də KMS-500 suda həll olduqda alınan mayenin özlülüyü xeyli artır və hər iki halda keyfiyyətə yeni, Nyuton qanununa tabe olmayan özlü-plastik xassəli maye alınır. Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, eyni konsentrasiyada KMS-500 polimerinin suda məhlulu nəticəsində alınan mayenin özlülüyü KMS-350 polimerinin suda məhluluna nisbətən daha çoxdur. Həmçinin reoloji parametrlərin tədqiqi göstərmişdir ki, KMS-500 polimerinin suda məhlulu KMS-350-nin suda məhlulu ilə müqaisədə, eyni sürət qradiyentində qiymətcə daha yüksək sürüşmə gərginliyinə malik olur. Bu işə dispers sistemlər yaratmaq nöqtəyi-nəzərincə KMS-500 polimerinin daha məqsədəuyğun olduğunu göstərir.

Bunları nəzərə alaraq, sonrakı tədqiqatlar zamanı KMS-500 polimerindən istifadə edilmişdir. İlk öncə KMS-500 polimerinin müxtəlif konsentrasiyalarda suda məhlulu hazırlanmış və onların metal əsaslı nanohissəciklərlə dispers sistem yaratmaq qabiliyyəti öyrənilmişdir.

KMS-500 polimerinin suda 0,1, 0,3, 0,5, 1,0, 1,5 və 2,0%-li məhlulları hazırlanmış və müəyyən edilmişdir ki, metal nanohissəciklərlə qarışdırıldıqda 0,5 və 1,0%-li məhlullar daha dayanıqlı dispers sistemlər yaradır. Bundan sonra tədqiqatlar aparılaraq 0,5 və 1,0%-li məhlulların reoloji parametrləri müəyyən edilmişdir. Alınmış nəticələr 1 və 2 cədvəllərində yerləşdirilmiş, eyni zamanda cədvəllərdə verilmiş məlumatlar əsasında qurulmuş 1 və 2 qrafiklərində göstərilmişdir. Cədvəllər və qrafiklərdən görüldüyü kimi, hər iki konsentrasiyada reoloji parametrlərin qrafikləri düzxətli xarakter daşıyır və ordinat oxunu kəsir ki, bu da mayenin özlü-plastik xüsusiyyətli struktur-mexaniki xassəyə malik olduğunu göstərir 1 və 2 qrafiklərində göstərilmiş düz xətlərin tənliliklərinin müqayisəsindən məlum olur ki, 0,5%-li mayenin özlülüyü 7,0 *spz* olduğu halda, 1,0%-li maye üçün bu rəqəm 23,9 mPasan təşkil edir. Bununla yanaşı, hər iki maye üçün sürüşmə gərginliyinin qiyməti, demək olar ki, dəyişməz qalır (0,6114 *Pa* və 0,6344 *Pa*). Həmçinin hər iki mayenin reologiasının müqayisəsi şəkil 3-də göstərilmişdir.

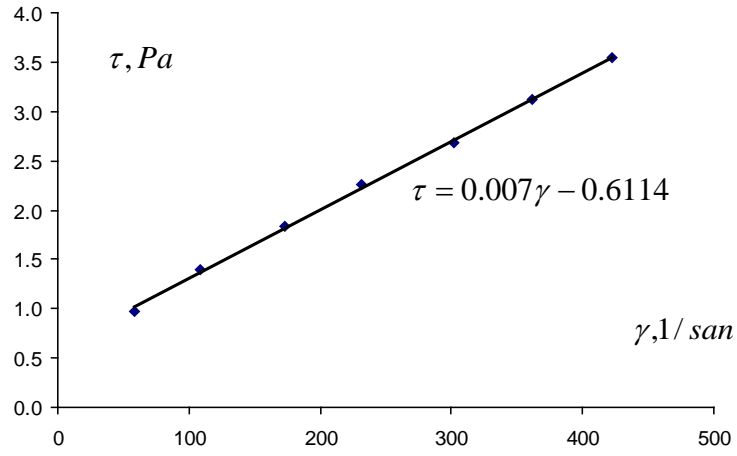
Sonra təcrübələr dispers nanosistemlərin alınması və onların reoloji parametrlərinin öyrənilməsi istiqamətində davam etdirilmişdir. Bu məqsədlə 0,5 və 1,0%-li polimer məhlullarına 0,005% aluminiumdan (Al) ibarət 60-80 nanometr ölçülü nanohissəciklər əlavə edilərək dispers maye sistem hazırlanmışdır.

Son illər elmi-texniki tərəqqinin tempi nanometr ölçülü obyektlərin istifadəsindən asılı olaraq müəyyənləşir. Bu obyektlərin əsasında yaradılmış cisimlərə nanomateriallar, onların istehsal və tətbiq üsullarına nanotexnologiyalar deyilir. “Nano”nun mənası çox kiçik deməkdir. 1 nm milyardda bir ( $10^{-9}$ ) hissəsinə bərabərdir. Nanometrin ölçüsü, ancaq atomun ölçüsü ilə müqayisə edilə bilər. Demək olar ki, artıq “mikro” sözü “nano” sözü ilə əvəz olunmaqdadır. Nanotexnologiyalar cisimlərlə yox, onların tərkib hissələri olan atomlarla işləyir [1].

Cədvəl 1

**KMS-500 polimerinin suda 0,5%-li məhlulunun reoloji parametrləri**

V, sm <sup>3</sup>	t, san	h, sm	Q, sm <sup>3</sup> /san	Δh, sm	γ, 1/san	τ, Pa
2,8	20	17	0,14	16,5	422,527	3,5475
2,4	20	15	0,12	14,5	362,166	3,1175
3	30	13	0,01	12,5	301,805	2,6875
2,3	30	11	0,0766	10,5	231,3836	2,2575
2,3	40,1	9	0,0573	8,5	173,105	1,8275
1,8	50,1	7	0,0359	6,5	108,4328	1,3975
2,1	109,4	5	0,0191	4,5	57,9332	0,9675

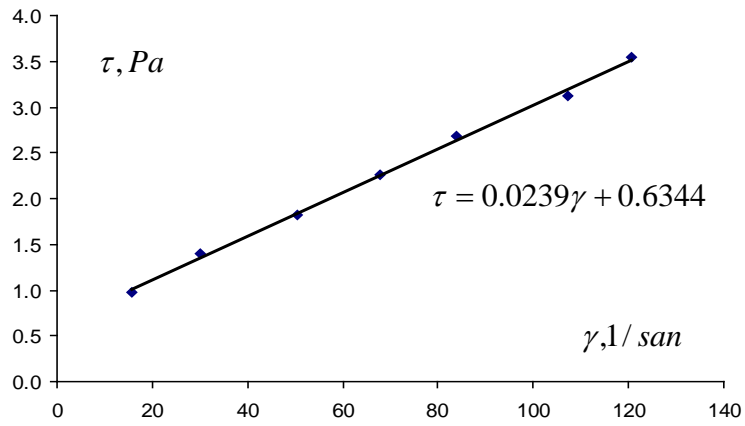


Şək. 1. KMS-500 polimerinin suda 0,5%-li məhlulunun reologiyası

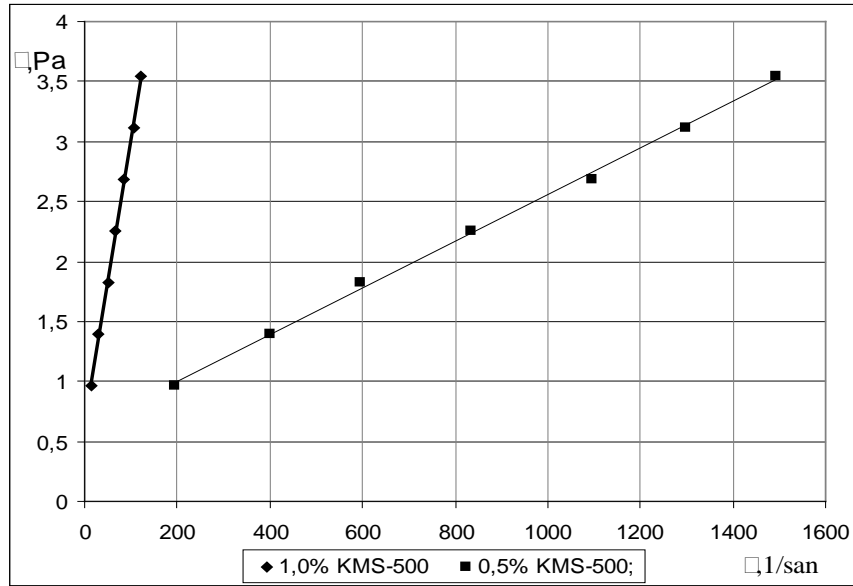
Cədvəl 2

**KMS-500 polimerinin suda 1,0%-li məhlulunun reoloji parametrləri**

V, sm <sup>3</sup>	t, san	h, sm	Q, sm <sup>3</sup> /san	Δh, sm	γ, 1/san	τ, Pa
2,4	60	17	0,04	16,5	120,722	3,5475
3,2	90	15	0,0356	14,5	107,3082	3,1175
2,5	90	13	0,0278	12,5	83,8345	2,6875
2,7	120	11	0,0225	10,5	67,9061	2,2575
2,5	150	9	0,0167	8,5	50,301	1,8275
1,5	150	7	0,04	6,5	30,1805	1,3975
1,2	231,4	5	0,0052	4,5	15,651	0,9675



Şək. 2. KMS-500 polimerinin suda 1,0 %-li məhlulunun reologiyası



Şək. 3. Reologiyaların müqayisəsi.

Qeyd edək ki, son zamanlar nanotexnologiyaların neft sənayesinə tətbiqi geniş vüsət almışdır. Belə ki, nanohissəciklər əlavə edilməklə fiziki-kimyəvi üsulların köməyiylə yeni nanostruktura malik məhlullar, kimyəvi reagentlər alınaraq qazmanın və neftçıxarmanın müxtəlif texnoloji proseslərində, həmçinin neft və qaz emalı sahəsində istifadə edilir [2].

Bəzi tədqiqatçılar belə qənaətə gəlmişlər ki, tərkibində asfaltın hissəcikləri olan təbii neftlər öz strukturuna görə nanomayedir (nanoneft) və qazma işlərini təhlükəsiz həyata keçirmək, layların neftvermə əmsalını artırmaq, neft hasilatını intensivləşdirmək və sairə üçün tətbiq edilə bilər. Belə olduğu halda neft-qaz yataqlarının əhəmiyyətli mövcud işlənmə texnologiyalarına yenidən baxılmaq və onların neftin tərkibinə daxil olan nanokolloidlər nəzərə alınmaqla optimallaşdırılması və ya yenidən layihələndirilməsi zərurəti meydana çıxır. Heç də təsadüfi deyildir ki, nanotexnologiyaları, çox düzgün olaraq XXI əsrin əsas texnologiyası adlandırırlar [3].

Beləliklə, alüminium nanohissəcikləri əsasında hazırlanmış maye qarışığının reoloji parametrləri təyin edilmiş və alınan nəticələr cədvəl 4-də yerləşdirilmişdir. Cədvəldə verilmiş məlumatlara əsasən qurulmuş qrafik şəkil 4-də göstərilmişdir.

Şəkil 4-dən görüldüyü kimi, hazırlanmış yeni nanosistemin reologiyası sürüşmə gərginliyi ilə sürət qradienti arasında qurulmuş koordinatlarda KMS-500 polimerinin suda 0,5 %-li məhlulu kimi, düzxətli xarakter daşıyır və özünü qeyri-Nyuton mayesi kimi göstərir. Alınmış düz xəttin tənliyinə nəzər saldıqda bir maraqlı fakt diqqəti cəlb edir. Belə ki, əgər alüminiumsuz məhlulun özlülüyü 7,0 mpuaz, sürüşmə gərginliyi isə 0,6114 Pa təşkil edirdisə, məhlula Al əsaslı

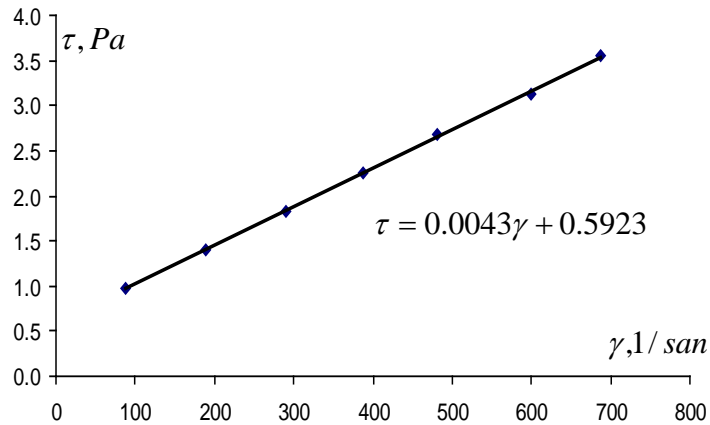
nanohissəciklər əlavə etdikdən sonra bu rəqəmlər müvafiq olaraq 4,3 mpuaz və 0,5934 Pa təşkil etmişdir. Göründüyü kimi, nəticədə mayenin özlülüyü xeyli azalmış, lakin onun sürüşmə gərginliyi, demək olar ki, dəyişməz qalmışdır.

Reologiyaların müqayisəsi isə şəkil 5-də əks etdirilmişdir.

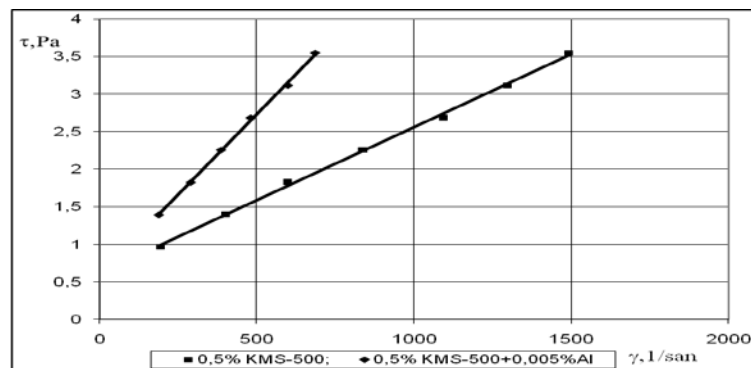
Cədvəl 4

**KMS-500 polimerinin suda 0,5 %-li məhluluna əlavə olunmuş 0,005 % Al nanohissəciklərinin yaratdığı nanosistemin reoloji parametrləri**

V, sm <sup>3</sup>	t, san	h, sm	Q, sm <sup>3</sup> /san	Δh, sm	γ, l/san	τ, Pa
3,3	14,5	17	0,2275	16,5	686,8665	3,5475
3,2	16,1	15	0,1987	14,5	599,8608	3,1175
3,0	18,8	13	0,1595	12,5	481,6037	2,6875
2,9	22,6	11	0,1283	10,5	387,2719	2,2575
2,9	30,1	9	0,0963	8,5	290,7755	1,8275
2,3	36,7	7	0,0626	6,5	189,142	1,3975
1,3	44,9	5	0,0289	4,5	87,3822	0,9675



**Şək. 4.** KMS-500 polimerinin suda 0,5%-li məhluluna əlavə olunmuş 0,005%-li Al nanohissəciklərinin yaratdığı nanosistemin reologiyası



**Şək. 5.** Reologiyaların müqayisəsi.

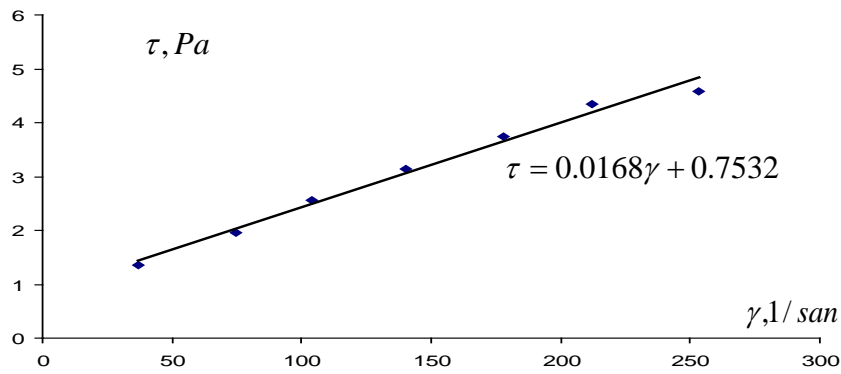
Anoloji təcrübələr KMS-500 məhlulunun suda 1,0 %-li məhlulu ilə də aparılmışdır. Yəni də 1,0 % -li məhlula 0,005 % Al əsaslı nanohissəciklər əlavə edilmiş və alınan yeni nanosistemin reologiyası öyrənilmişdir.

Aparılmış təcrübələr nəticəsində alınan nəticələr cədvəl 5-də yerləşdirilmiş, həmin məlumatlara əsasən qurulmuş  $\tau = f(\gamma)$  asılılığı isə şəkil 6-da verilmişdir. Reologiyaların müqayisəsi şəkil 7-də göstərilmişdir.

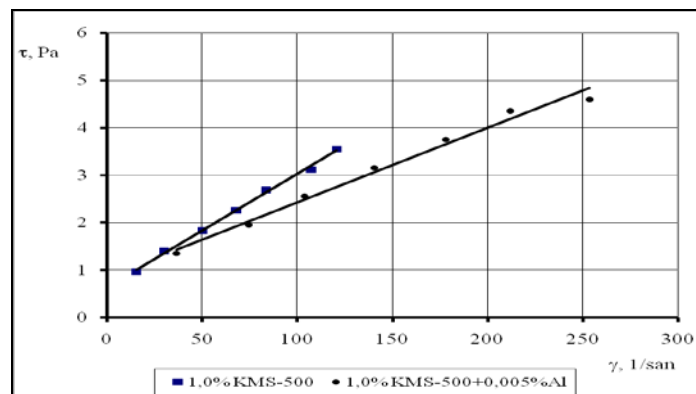
Cədvəl 5

**KMS-500 polimerinin suda 1,0%-li məhluluna əlavə olunmuş 0,005 % Al nanohissəciklərinin yaratdığı nanosistemin reoloji parametrləri**

V, sm <sup>3</sup>	t, san	h, sm	Q, sm <sup>3</sup> /san	$\Delta h$ , sm	$\gamma$ , 1/san	$\tau$ , Pa
4,1	2,8	17	1,4643	16,5	253,5	4,59
6	4,9	15	1,2244	14,5	212	4,35
7,1	6,9	13	1,289	12,5	178,1	3,75
5,6	6,9	11	0,8115	10,5	140,5	3,15
4,5	7,5	9	0,6	8,5	103,9	2,55
5,3	12,3	7	0,4308	6,5	74,6	1,95
3,2	15,1	5	0,2119	4,5	36,7	1,35



Şəkil 6. KMS-500 polimerinin suda 1,0%-li məhluluna əlavə olunmuş 0,005% Al nanohissəciklərinin yaratdığı nanosistemin reologiyası



Şəkil 7. Reologiyaların müqayisəsi.

## Nəticə

Alüminiumdan nanohissəciklər əsasında hazırlanmış maye qarışığının reoloji parametrləri təyin edilmiş və müəyyən olunmuşdur ki, əgər alüminium məhlulundan qabaq özlülüyü 7.0 mpuaz sürüşmə gərginliyi isə 0.6111 Pa təşkil edilirsə məhlula alüminium əsaslı nanohissəciklər əlavə etdikdən sonra bu rəqəmlər müvafiq olaraq 4.3 mpuaz və 0.5934 Pa təşkil edilmişdir. Göründüyü kimi nəticədə mayenin özlülüyü xeyli azalmış, lakin onun sürüşmə gərginliyi, demək olar ki, dəyişməz qalmışdır.

## ƏDƏBİYYAT

1. Фриш Г.Л., Р.Симка. Реология. М.: ИЛ, 1962.
2. Евдокимов И.Н., Лосев А.П. Нефтяные нанотехнологии – продолжение стереотипов. // Нефтяное хозяйство, 2008, №8, с.78-81.
3. Мирзаджанзаде А.Х., Магеррамов А., Абдуллаев Р., Юсифзаде Х., Шахбазов Э. и др. “Научные основы разработки и внедрения нанотехнологий в нефтяной промышленности”. В. книге; Наука и нанотехнологии. М.: ЮНЕСКО, 2011, с. 554-571.
4. Мурсалова М.А. Исследование влияния ПАВ на реологические свойства нефтей. // Азербайджанское нефтяное хозяйство. 1998, №4, с. 37-41.
5. Сюняев З.И., Сюняев Р.З., Сафиева Р.З.. Нефтяные дисперсные системы. М.: Химия, 1990, с.32.

## ПРИГОТОВЛЕНИЕ ДИСПЕРСНЫХ НАНОЧАСТИЦ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕОЛОГИИ ЭТИХ СИСТЕМ

Э.А.МАМЕДОВ

### РЕЗЮМЕ

В предъявленной работе изучены температурные зависимости реологических параметров 0.1, 0.3, 0.5, 1.0, 1.5 и 2.0%-ных полимеров марки KMS 350 и KMS-500, которые используются в нефтяной промышленности. В данные жидкие полимеры добавлены 0,005% алюминиевые наночастицы размерами 60-80 нм, получены дисперсные системы. Экспериментально определена реология этих систем.

**Ключевые слова:** карбоксиметилселилоза, реология, наносистем

## PREPARATION OF DISPERSED NANOPARTICLES AND DETERMINATION OF THE RHEOLOGY OF THESE SYSTEMS

E.A.MAMMADOV

### SUMMARY

The paper studies the temperature dependence of the rheological parameters of 0.1, 0.3, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0% polymers of KMS 350 and KMS-500 makes used in the oil industry. 60-80 nm size 0.005% aluminum nanoparticles were added into the substances and a disperse liquid system was created and their comparative rheology was studied.

**Key words:** karbiksimetilylselyloza, reologia, nanosystems

*Redaksiyaya daxil oldu: 14.01.2014-cü il*

*Çapa imzalandı: 12.05.2014-cü il*