

KİMYA

CHEMISTRY

DOI: <http://www.doi.org/10.36719/2707-1146/13/40-47>

Teyyub Allahverdi oğlu İsmayılov

AMEA Y.H.Məmmədəliyev adına
Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu,
kimya elmləri namizədi

Sevinc Səlim qızı Süleymanova

AMEA Y.H.Məmmədəliyev adına
Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu,
aparıcı elmi işçi
sss-seva@mail.ru

Sevda Bəxtiyar qızı Əsədova

AMEA Y.H.Məmmədəliyev adına
Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu,
elmi işçi
sevdabedel83@mail.ru

SYNTHESIS OF AMIDES WITH MONOETHANOLAMINE OF AMBER AND OXALIC ACID AND RESEARCH OF THEIR BACTERICIDE PROPERTIES

Summary

Amides were synthesized in 1:1 and 1:2 molar ratios of amber and oxalic acid with monoethanolamine. IR-spectra of the obtained substances were drawn, the structures were determined and confirmed, physicochemical properties were studied. 10% aqueous solutions of these substances were prepared, physicochemical properties were determined and bactericidal properties were studied. Bactericidal efficacy of amber acid N-monoethanolamide was 82.9% at 25 mg/l of concentration, 88% at 50 mg/l and 95% at 100 mg/l of concentrations. Bactericidal efficacy of amber acid N¹, N² - bis-monoethanolamide was 69% at 25 mg/l of concentration, 83.2% at 50 mg/l and 90% at 100 mg/l of concentrations. The bactericidal effect of oxalic acid has also been studied N-monoethanolamide was 82% at 25 mg/l of concentration, 91% at 50 mg/l and 97% at 100 mg/l of concentrations. Bactericidal efficacy of amber acid N¹, N² - bis-monoethanolamide was 85% at 25 mg/l of concentration, 94% at 50 mg/l and 97.6 at 100 mg/l of concentrations.

Key words: *amber acid, oxalic acid, bactericidal efficacy, N-monoethanolamide, N¹,N -bis-monoethanolamide*

KƏHRƏBA VƏ OKSALAT TURŞUSUNUN MONOETANOLAMİNLƏ AMİDİNİN SİNTEZİ VƏ BAKTERİSİD XASSƏLƏRİNİN TƏDQIQI

Giriş

Açıq su hövzələrində, dənizlərdə, okeanlarda fəaliyyət göstərən müxtəlif orqanizmlər, o cümlədən bakteriyalar su ilə təmasda olan hər hansı möhkəm bir səthin üzərinə toplanır, nüfuz edir və çoxalırlar. Belə orqanizmlərin toplanması bioloji örtük adlanır. Bu orqanizmlər fiziki xüsusiyyətlərinə, kimyəvi tərkibinə və bioloji xassəsinə görə müxtəlif olub, mühitlərdən olduqca aslıdırlar. (1)

Mikroorqanizmlərin metallara korroziya prosesində təsiri ilk dəfə 1891-ci ildə Herrat tərəfindən irəli sürülmüşdür. O, vurğulamışdır ki, qurğusunun korroziyasına suyun təsiri mümkündür. Belə ki,

bakteriyaların fəaliyyəti nəticəsində əmələ gələn amonyak, nitrit və nitratların iştirakı buna səbəbdir. 1910-cu ildə Qaynes belə qənaətə gəlmişdir ki, dəmir və polad konstruksiyaların torpaqdakı korroziyası bakteriyaların inkişafı ilə baş verir. (2, 3)

Ekoloji şəraitdən asılı olaraq korroziya prosesində müxtəlif növ mikroorqanizmlər iştirak edir. Metalların mikrobioloji korroziyası aktual bir problem olan bioloji dağılmanın bir hissəsidir. (4, 5)

Bioloji örtüyün əmələ gəlməsi mürəkkəb bir proses olub 2500-ə yaxın müxtəlif makro və mikroorqanizmlərin iştirakı ilə gedir. Gəminin su altında qalan hissəsində 30 kq/m²-ə çatan bioloji örtüyə təsadüf edilmişdir. Bioloji örtük su ilə gəminin gövdəsi arasında sürtünmə yaradır. Bu isə əlavə yanacaq işlədilməsinə səbəb olur, istismar göstəriciləri pisləşir, lak-boyaq örtüyünün dağılmasına və korroziyanın sürətlənməsinə səbəb olur. Batumi gəmi tərsanəsində aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, xəlitalərin dəniz suyunda korroziyaya davamlılığı nə qədər yüksək olarsa, onlar bioloji örtüyün təsirinə bir o qədər az məruz qalarlar. (6-8)

Həmçinin, istehsal edilən neft lay və tullantı sularında hidrogen sulfid birləşməsinin, yəni sulfatreduksiyaedici bakteriyaların həyat fəaliyyətinin məhsulunun olması, qurğuların dağılmasına səbəb olur. (9)

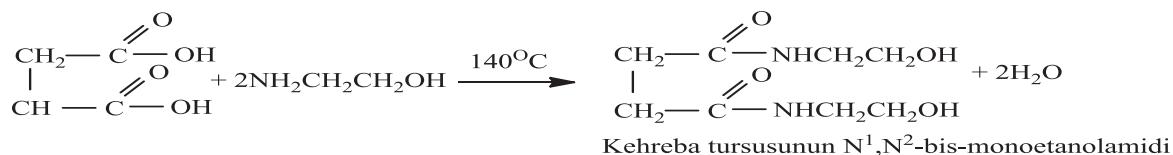
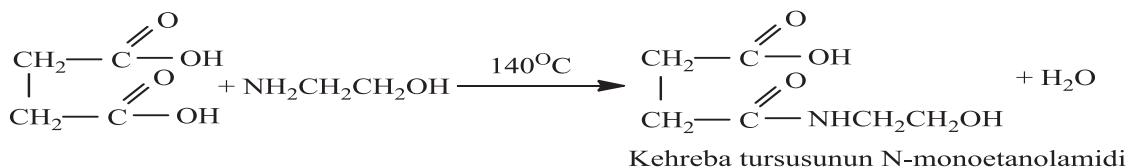
Neft yataqlarının qurğularının çirklənməsi müxtəlifdir. Metalların biokorroziyasına səbəb olan neft məhsullarının tərkibində bu mikroorqanizmlərin həyat fəaliyyəti ən aktivdir: sulfat reduksiyaedici bakteriyalar (neft məhsulları /su səddində çoxalırlar); karbon oksidləşdirici bakteriyalar (neft məhsullarında çoxalırlar, karbohidrogenlərdən qida kimi istifadə edərək); tion bakteriyaları (neft məhsulu / su səddində çoxalırlar, həyat fəaliyyətində kükürd tərkibli birləşmələrdən istifadə edərək); göbələklər (neft məhsulları mühitində metal səthində çoxalırlar və görünən küf, davamlı bioemulsiya əmələ gətirirlər). (10, 11)

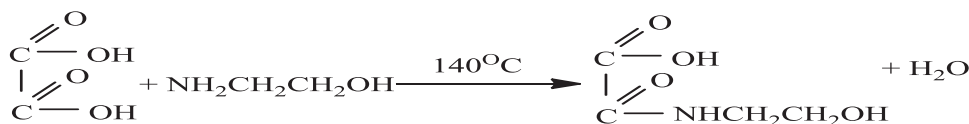
Dövri su təchizatı sistemlərində isə bioloji örtük, mikroorqanizmlərin məcmusundan ibarət olub, istilik işlədici aparatların səthində toplanır və inkişaf edirlər. (12)

Bu kimi problemlərin həlli yollarında yeni tərkibli bakterisidlərin hazırlanması və tətbiqi vacibdir.

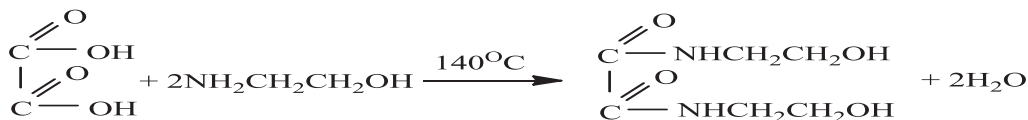
Oksalat və kəhrəba turşusunun monoetanolaminlə 1:1 və 1:2 mol nisbətələrində amidləri sintez edilmiş, reaksiya qarışdırıcı, qızdırıcı və termometrə təmin olunmuş üçboğazlı kolbada aparılmışdır. Bu məqsədlə kolbaya əvvəl lazımı miqdarda oksalat və kəhrəba turşusu tökülür. Qarışdırıcı işə salınır və temperatur 70-80°C qədər qızdırılır. Bu temperaturda götürülən turşuya uyğun miqdarda MEA damcılarla kəhrəba turşusunun üzərinə əlavə edilir. Temperatur 140°C qədər qaldırılır və bu temperaturda 4 saat qarışdırılır və sonra soyudulur.

Reaksiyalar aşağıdakı qaydada gedir:



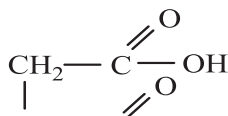


Oksalat turşusunun N-monoetanolamidi

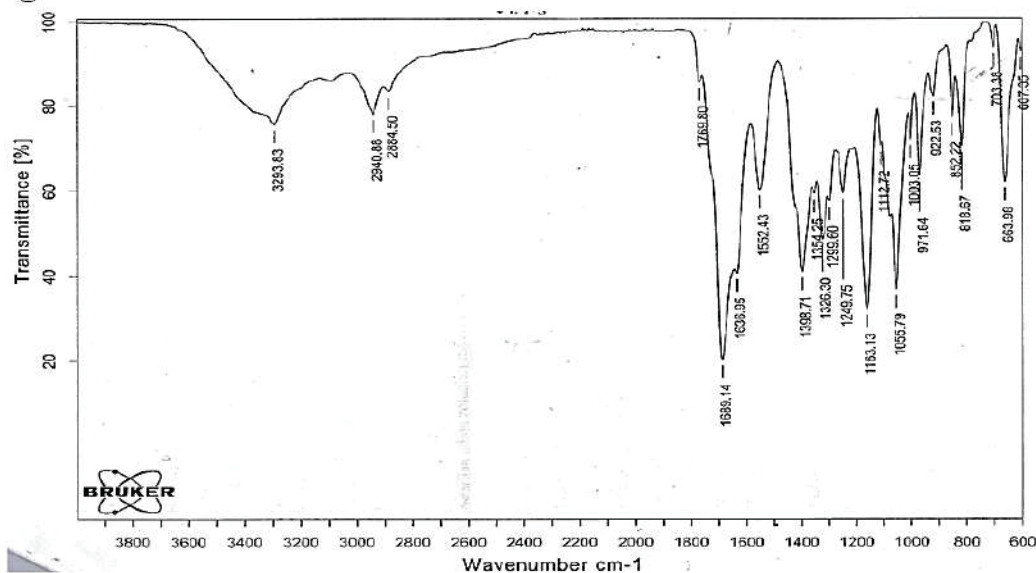


Oksalat turşusunun N¹,N²-bis-monoetanolamidi

Sintez olunmuş bu maddələrin İQ- spektrləri çəkilərək araşdırılmışdır. MEA-nın kəhrəba və oksalat turşusu ilə 1:1 və 1:2 mol nisbətində reaksiyası zamanı alınmış kəhrəba turşusunun N-



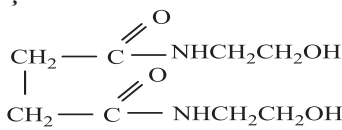
monoetanolamidinin İQ- spektri şəkil 1-də göstərilmişdir.



Şəkil 1. 1:1 mol nisbətində alınmış kəhrəba turşusunun N¹, N²-bis-monoetanolamidi

Müəyyən edilmişdir ki, bu spektrdə aşağıda göstərilən udma zolaqları mövcuddur. 1686, 1769 sm⁻¹-C=O əlaqəsi; 3293 sm⁻¹-O-H və N-H rabitələrinin valent rəqsləri üst-üstə düşür; 663, 818, 852, 971 sm⁻¹ – NH əlaqəsinin deformasiya rəqsi; 1055, 1163 sm⁻¹-C-O əlaqəsi; 1249, 1299 sm⁻¹-C-N əlaqəsinin valent, NH rabitəsinin deformasiya rəqslərinə uyğun udma zolaqları üst-üstə düşür; 1326, 1398 sm⁻¹-CH₂ qrupunun C-H rabitəsinin deformasiya rəqsi; 2884, 2940 sm⁻¹ CH₂ qrupunun C-H rabitəsinin valent rəqsi; 1552 sm⁻¹ –II amid zolağı, N-H rabitəsinin deformasiya, C-N əlaqəsinin valent rəqslərinə uyğun udma zolaqları üst-üstə düşür; 1636 sm⁻¹ – I amid zolağı.

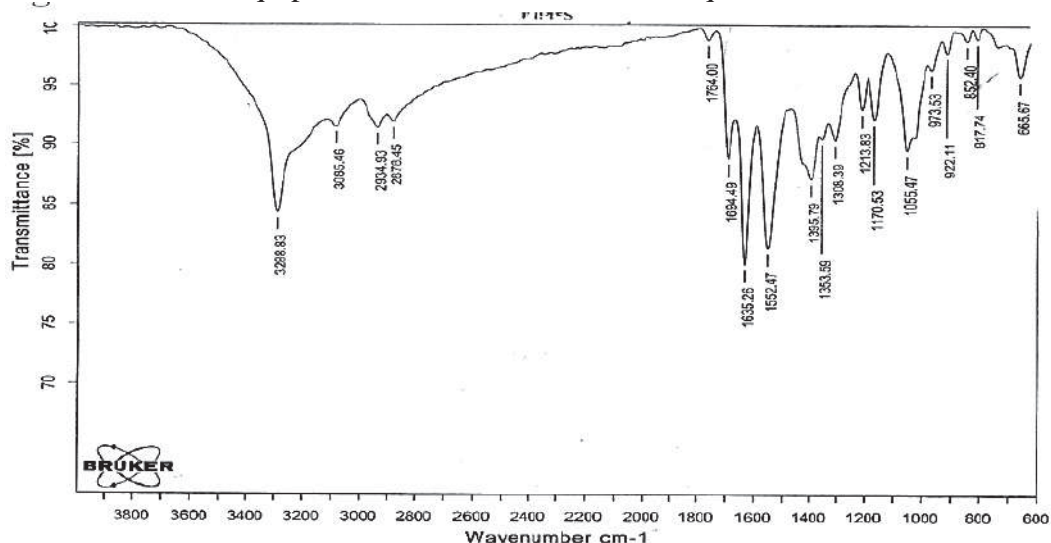
Şəkil 2-də MEA-nın kəhrəba turşusuna olan mol nisbəti 1:2 olan halda alınmış kəhrəba



turşusunun N¹,N²-bis-monoetanolamid İQ- spektri verilmişdir.

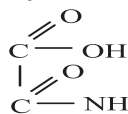
Spektrin quruluşunu araşdırarkən müəyyən edilmişdir ki, aşağıda göstərilən udma zolaqları mövcuddur: 3288 sm⁻¹-O-H və N-H rabitəsinin valent rəqsləri üst-üstə düşür; 665, 817, 922, 973 sm⁻¹ N-H əlaqəsinin deformasiya rəqsi; 1055, 1170 sm⁻¹ -C-O əlaqəsi; 1213 sm⁻¹ -C-N əlaqəsinin

valent, N-H əlaqəsinin deformasiya rəqslərinə uyğun udma zolaqları üst-üstə düşür; 1308, 1353, 1395 sm^{-1} - CH_2 qrupunun C-H rabitəsinin deformasiya rəqsi; 2878, 2934 sm^{-1} CH_2 qrupunun C-H rabitəsinin valent rəqsi; 1552 sm^{-1} -II amid zolağı, N-H rabitəsinin deformasiya C-N əlaqəsinin valent rəqslərinə uyğun udma zolaqları üst-üstə düşür; 1635 sm^{-1} -I amid zolağı; 1694, 1764 sm^{-1} C=O əlaqəsi; 3085 sm^{-1} amid qrupunun N-H rabitəsinin valent rəqsi.



Şəkil 2. 1:2 mol nisbətində alınmış kəhrəba turşusunun N^1, N^2 -bis-monoetanolamidi

Bu maddələrin İQ- spektrləri çəkilərək araşdırılmışdır, 1:1 mol nisbətində aparılmış reaksiya zamanı alınmış oksalat turşusunun



N-monoetanolamidinin İQ- spektri şəkil 3-də göstərilmişdir.

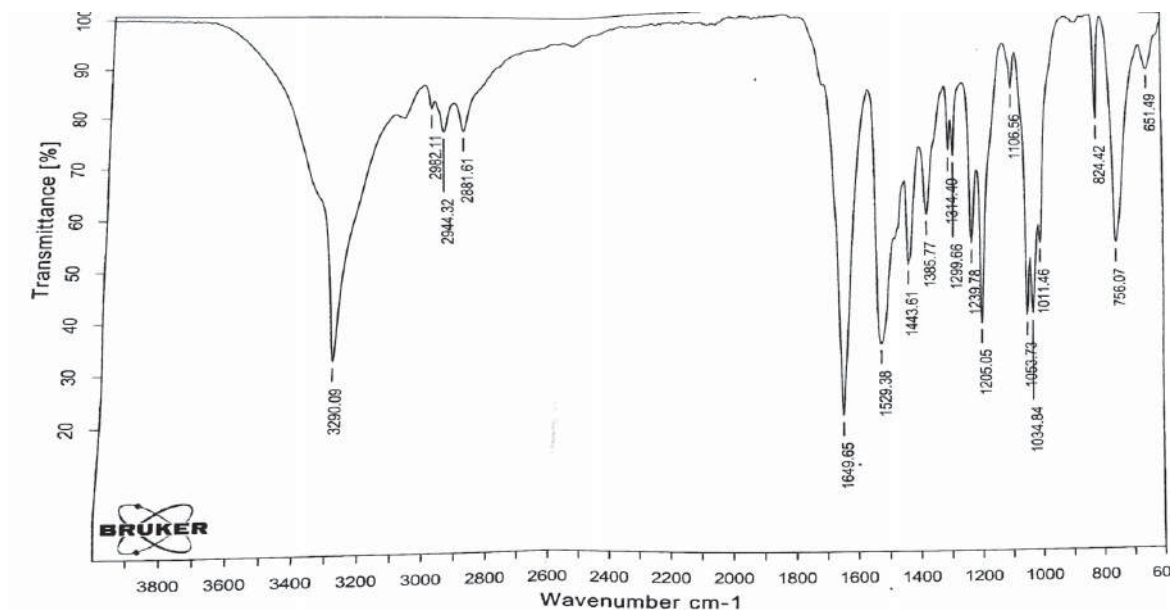
Müəyyən edilmişdir ki, İQ- spektrdə aşağıda göstərilən udma zolaqları mövcuddur.

1649 sm^{-1} - I amid zolağı, 1529 sm^{-1} II amid zolağı, NH rabitəsinin deformasiya C-N əlaqəsinin valent rəqslərinə uyğun udma zolaqları üst-üstə düşür; 3290 sm^{-1} – O-H və N-H əlaqələrinin valent rəqsinə uyğun udma zolaqları üst-üstə düşür. 651, 756, 824 sm^{-1} –N-H əlaqələrinin deformasiya rəqsi; 1011, 1034, 1053, 1106 sm^{-1} –COH qrupunun C-O əlaqəsi; 1205, 1239, 1299 sm^{-1} –C-N əlaqəsinin valent, N-H əlaqəsinin deformasiya rəqslərinə uyğun udma zolaqları üst-üstə düşür; 1314, 1385, 1443 sm^{-1} – CH_2 qruplarının C-H rabitəsinin deformasiya rəqsi; 2881, 2944, 2982 – CH_2 qruplarının C-H rabitəsinin valent rəqsi. Turşunun C=O əlaqəsinə uyğun udma zolaqları itib, amidə uyğun udma zolaqları alınıb

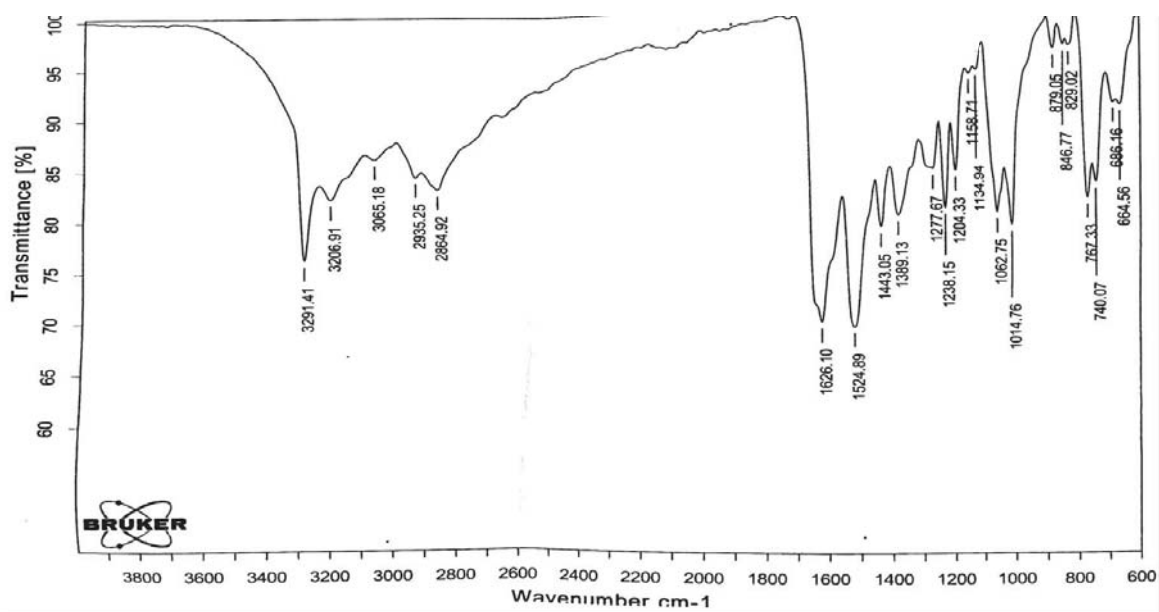
Şəkil 3-də MEA-nın oksalat turşusuna olan nisbəti 1:2 olan halda alınmış oksalat turşusunun



N^1, N^2 bis-monoetanolamidinin İQ- spektri göstərilmişdir.



Şəkil 3. 1:1 mol nisbətində alınmış oksalat turşusunun N-monoetanlamidi



Şəkil 4. 1:2 mol nisbətində alınmış oksalat turşusunun N¹,N²-bis-monoetanlamidi

Müəyyən edilmişdir ki, spektrdə aşağıda göstərilən udma zolaqları mövcuddur. 3065, 3291 sm^{-1} –N-H rabitəsinin valent rəqsi, 3206 sm^{-1} O-H əlaqəsinin valent rəqsi, 740, 767, 829, 879 sm^{-1} N-H əlaqəsinin deformasiya rəqsi, 1014, 1062 sm^{-1} –C-O əlaqəsi; 1204, 1238, 1277 sm^{-1} –C-N əlaqəsinin valent, N-H əlaqəsinin deformasiya rəqslərinə uyğun udma zolaqları üst-üstə düşür; 1389, 1443 sm^{-1} CH₂ qrupunun C-H rabitəsinin deformasiya rəqsi; 2864, 2935 sm^{-1} CH₂ qrupunun C-H rabitəsinin valent rəqsinə uyğun gəlir; 1524 sm^{-1} –II amid zolağı, N-H rabitəsinin deformasiya, C-N əlaqəsinin valent rəqsinə uyğun udma zolaqları üst-üstə düşür; 1626 sm^{-1} I-amid zolağına uyğun gəlir. Göründüyü kimi spektrlər alınmış maddələrin quruluşunu təsdiqləyir.

Alınmış maddələrin suda 10%-li məhlulları hazırlanmış, fiziki-kimyəvi göstəriciləri təyinedilmiş, alınmış nəticələr cədvəl 1-də və 2-də göstərilmişdir.

Cədvəl 1

Maddələrin 10%-li məhlullarının fiziki-kimyəvi göstəriciləri

Göstəricilərin adı	Cihazın adı	Metod	Nümunələrin adı	
			Kəhrəba turşusunun N-monoetanolamidi	Kəhrəba turşusunun N ¹ ,N ² bis-monoetanolamidi
Kin.özlülük mm ² /san, 20°C	Stabinger SVM	ASTM D445	1,3741	1,5678
Sıxlıq q/sm ² , 20°C	DMA 4500 M	ASTM D5002	1,0282	1,0261
Sınma əmsalı, 20°C	Abbemat 500	Metodika	1,3493	1,3505
Donma temp, °C	Metodika	ГОСТ 20287-91	-5	-4
PH	HANNA	Metodika	3,86	5,50

Cədvəl 2

Maddələrin 10%-li məhlullarının fiziki-kimyəvi göstəriciləri

Göstəricilərin adı	Cihazın adı	Metod	Nümunələrin adı	
			Oksalat turşusunun N-monoetanolamidi	Oksalat turşusunun N ¹ ,N ² bis-monoetanolamidi
Kin.özlülük mm ² /san, 20°C	Stabinger SVM	ASTM D445	1,2895	1,3853
Sıxlıq q/sm ² , 20°C	DMA 4500 M	ASTM D5002	1,0279	1,0364
Sınma əmsalı 20°C	Abbemat 500	Metodika	1,3499	1,3510
Donma temp, °C	Metodika	ГОСТ 20287-91	-5	-5
PH	HANNA	Metodika	3,22	7,13

Sintez olunmuş komplekslərin SRB-nin həyat fəaliyyətinə təsiri məlum olan metodika üzrə aparılmışdır (cədvəl 3-də və 4-də).

Cədvəl 3-də verildiyi kimi kəhrəba turşusunun N-monoetanolamidi 25 mq/l qatılıqda bakterisid effekti 82.9%, 50 mq/l qatılıqda 88% və 100 mq/l qatılıqda 95% olmuşdu, kəhrəba turşusunun N¹,N²-bis-monoetanolamidi 25 mq/l qatılıqda bakterisid effekti 69%, 50 mq/l qatılıqda 83.2% və 100 mq/l qatılıqda 90% olur.

Cədvəl 4-də verildiyi kimi oksalat turşusunun N-monoetanolamidin 25 mq/l qatılıqda bakterisid effekti 82%, 50 mq/l qatılıqda 91% və 100 mq/l qatılıqda 97% olmuşdur. Oksalat turşusunun N¹;N²-bis- monoetanolamidi 25 mq/l qatılıqda bakterisid effekti 85%, 50 mq/l qatılıqda 94% və 100 mq/l qatılıqda 97.6% olur.

Cədvəl 3

Bakterisid effektinin nəticələri

Birləşmələrin tərkibi	Maddənin qatılığı, C-mq/l	Bakteriyaların sayı hüceyrə sayı ml	H ₂ S miqdarı mq/l	Bakterisid effekti, Z-%
$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{l} \text{// O} \\ \text{- OH} \end{array} \\ \quad \\ \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{l} \text{// O} \\ \text{- NHCH}_2\text{CH}_2\text{OH} \end{array} \end{array}$	25	10 ²	64	82.9
	50	10 ¹	42	88
	100	10 ¹	19	95

$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{l} \text{//} \text{O} \\ \text{---} \text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{OH} \end{array} \\ \\ \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{l} \text{//} \text{O} \\ \text{---} \text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{OH} \end{array} \end{array}$	25	10^3	116	69
	50	10^2	63	83.2
	100	10^1	31	90
Nəzarət-I SRB-siz mühitdə H ₂ S-in miqdarı	24 mq/l			
Nəzarət-II SRB-li mühitdə H ₂ S-in miqdarı	175 mq/l			
Nəzarət-III Qidalı mühitdə bakteriyaların sayı	10^8 hüceyrə sayı/ml			

Cədvəl 4

Bakterisid effektinin nəticələri

Birləşmələrin tərkibi	Maddənin qatılığı, C-mq/l	Bakteriyaların sayı hüceyrə sayı ml	H ₂ S miqdarı mq/l	Bakterisid effekti, Z-%
$\begin{array}{c} \text{C} \begin{array}{l} \text{//} \text{O} \\ \text{---} \text{OH} \end{array} \\ \\ \text{C} \begin{array}{l} \text{//} \text{O} \\ \text{---} \text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{OH} \end{array} \end{array}$	25	10^2	50	82
	50	10^1	30	91
	100	10^1	10	97
$\begin{array}{c} \text{C} \begin{array}{l} \text{//} \text{O} \\ \text{---} \text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{OH} \end{array} \\ \\ \text{C} \begin{array}{l} \text{//} \text{O} \\ \text{---} \text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{OH} \end{array} \end{array}$	25	10^2	56	85
	50	10^1	21	94
	100	10^1	9	97.6
Nəzarət-I SRB-siz mühitdə H ₂ S-in miqdarı	24 mq/l			
Nəzarət-II SRB-li mühitdə H ₂ S-in miqdarı	375 mq/l			
Nəzarət-III Qidalı mühitdə bakteriyaların sayı	10^8 hüceyrə sayı/ml			

Nəticələr

1. Oksalat turşusunun monoetanolaminlə 1:1-ə və 1:2 mol nisbətlərində amidləri üçboğazlı kolbada 130-140°C temperaturda 4 saat müddətində qarışdırılmaqla sintez edilmişdir. Bu maddələrin İQ- spektrləri çəkilərək araşdırılmış, quruluşları təsdiqlənmişdir. Bu maddələrin 10%-li məhlulları hazırlanmış fiziki-kimyəvi göstəriciləri öyrənilmiş bakterisidlik xassələrini tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, oksalat turşusunun N-monoetanolamidinin 25 mq/l qatılıqda bakterisid effekti 82 %, 50 mq/l qatılıqda 91% və 100 mq/l qatılıqda 97 % olmuşdur. Oksalat turşusunun N¹,N² - bis-monoetanolamidinin 25 mq/l qatılıqda bakterisid effekti 85%, 50 mq/l qatılıqda 94,0% və 100 mq/l qatılıqda 97.6% olmuşdur.

2. Kəhrəba turşusunun monoetanolaminlə 1:1-ə və 1:2-ə mol nisbətində 130-140°C temperaturda üçboğazlı kolbada 4 saat müddətində qarışdırılaraq amidləri sintez edilmişdir. Alınan maddələrin İQ- spektrləri çəkilmiş quruluşları araşdırılaraq təsdiq edilmiş fiziki-kimyəvi göstəriciləri öyrənilmiş 10%-li məhlulları hazırlanaraq bakterisid xassələri tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, kəhrəba turşusunun N - monoetanolamidinin 25 mq/l qatılıqda bakterisid effekti 82.9%, 50 mq/l qatılıqda 88,0% və 100 mq/l qatılıqda 95% olmuşdur. Kəhrəba turşusunun N¹,N²- bis-monoetanolamidinin 25 mq/l qatılıqda bakterisid effekti 69%, 50 mq/l qatılıqda 83.2% və 100 mq/l qatılıqda 90% olmuşdur.

Nəticələrə əsasən yüksək bakterisid effekti oksalat turşusunun N¹,N²- bis-monoetanolamidi göstərmişdir.

References

1. Efendieva L.M., Agamalieva D.B., Rustamli G.Yu., Babanly N.N., Nasibova G.G., Akhmedbekova S.F., Abbasov V.M. Investigation of bactericidal inhibitory properties of aminoesters obtained on the basis of synthetic petroleum acids // Oil refining and petrochemistry. Scientific and technical achievements and best practices, 2020, No. 8, pp.13-16. (In Azerbaijan)
2. Baranov A.N., Verkhovina V.A., Gavrilenko L.V. Removal of sulfates from solutions of gas cleaning of aluminum plants using microorganisms // Coll. scientific. Art. Aluminum of Siberia. Krasnoyarsk: Bona companies, 2003, pp. 25–26. (In Russian)
3. Vigdorovich V.I., Ryazanov A.V., Zavershinsky A.N. Electrochemical evaluation of the functional efficiency of AMDOR-İK inhibitor under conditions of H₂S production by sulfate-reducing bacteria // Izvestiya vuzov. Chemistry and chemical technology. 2003, T.46, No. 5, pp. 130-133. (In Russian)
4. Ryazanov A.V., Zavershinsky A.N. Influence of inhibiting compositions based on AMDOR-İR on the kinetics of partial electrode reactions in the presence of sulfate-reducing bacteria // Problems of chemistry and chemical technology: materials 10 mezhregion. scientific and technical conf. Tambov, 2003, pp. 272-274. (In Russian)
5. Zaitseva O.V., Klenova N.A. Microbiological corrosion of oil and gas pipelines and alloying of steel to combat it // Oil industry. 2008, No. 4, p. 92-95. (In Russian)
6. Koryakova M.D., Nikitina V.M., Suponina A.P., Zvyagintsev A.Yu., Kharchenko U.V. Fouling and biocorrosion of high-alloy steel in the Zolotoy Rog Bay // Protection of metals 2002, vol. 38, no. 5, p. 544-548. (In Russian)
7. Zumelzu E., Ugart R., Cabezas K., Shubits R., Rodrigen E. D., Rios H. Development of coatings to protect copper alloys from microbiological corrosion in hot water // Protection of metals 2003, Vol. 39, No. 1, c. 94-99
8. Abbasov V.M., Mamedbeyli E.G., Agamalieva D.B., Talibly A.G., Efendieva L.M., Mamedova N.M., Babaeva V.Kh. of imdazolines // Oil refining and petrochemistry. Scientific Investigation of bactericidal properties of synthetic petroleum acid derivatives and technical achievements and best practices, 2017, No. 8, p.15-18. (In Azerbaijan)
9. Mammadbeyli E.G., Babaeva V.G., Agamalieva D.B., Abbasova H.A., Ibragimli S.I. petrochemistry. Scientific and technical achievements and advanced experience, 2019, No. 3, p.21-26. (In Azerbaijan)
10. Morozov Yu.D., Kochetkova L.R., Viktorov G.A. Assessment of Biological Activity of Biocides for Prevention of Sulphate-Reducing Bacteria Growth in Oilfields. Neftyanoe khozyaystvo = Oil Industry, 2003, No. 2, P. 47 (In Russian)
11. Kamenshchikov F.A., Chernykh N.L. The Fight Against Sulfate-Reducing Bacteria in Oil Fields. Moscow. Izhevsk. Institute of Computer Research, Regular and Chaotic Dynamics, 2007, 284 p. (In Russian)
12. Zaitseva O.V., Klenova N.A. Microbiological corrosion of oil and gas pipelines and alloying of steel to combat it. Oil industry, 2008, 4, pp.92-95. (In Russian)

Göndərilib: 10.10.2021:

Qəbul edilib: 23.10.2021