

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
FARG'ONA DAVLAT UNIVERSITETI

**FarDU.
ILMIY
XABARLAR**

1995 yildan nashr etiladi
Yilda 6 marta chiqadi

1-2023

**НАУЧНЫЙ
ВЕСТНИК.
ФерГУ**

Издаётся с 1995 года
Выходит 6 раз в год

O.X.Otaqulov, O.U.Nasriddinov, O.S.Isomiddinova

Ta'lim jarayonida differensial tenglamalarning yechimini maple dasturida topish 9

A.O.Mamanazarov, D.A.Usmonov

Soha chegarasida buziladigan to'rtinchi tenglama uchun aralash masala 13

X.S.Daliyev, A.R.Turayev

N-Si, N-Si<Ni> va N-Si<Gd>namunalarining elektr xususiyatlariga har tomonlama gidrostatistik bosimning ta'sirini o'rganish 27

A.A.Ibragimov, N.I.Odilova*Tanacetumvulgare* l. O'simligining elementlar tarkibi va miqdorini o'rganish 34**I.R.Asqarov, M.D.Hamdanova**

Bug'doy kepagi asosida bioparchalanuvchan idishlar tayyorlash 39

I.R.Asqarov, K.T.Ubaydullayev

Xalq tabobatida parkinson kasalligini davolashda za'faronidan foydalanish istiqbollari 43

F.R.Saidkulov, R.R.Mahkamov, A.E.Kurbanbayeva, Sh.K.Samandarov, M.L.Nurmanova

Fenol asosida olingan yangi sirt faol moddalarning kalloid kimyoviy xossalrini o'rganish..... 49

N.Q.Usmanova, X.M.Bobakulov, E.X.BotirovO'zbekistonda o'sadigan *Melilotus officinalis* va *Melilotus albus*ning kimyoviy tarkibi..... 55**I.I.Achilov, M.M.Baltaeva**

Izobutylpiridin xloridni sellyuloza erituvchisi sifatida qo'llashning ilmiy va amaliy jihatlari..... 60

X.G'.Sidiqova, N.I.Mo'minova

Uglerod (II) oksidining yarimo'tkazgichli sensori uchun g'ovak gazsezgir materiallar sintez qilish va ularni tadqiq etish..... 63

X.T.Berdimuradov, E.K.Raxmonov, S.X.Sadullayev

Bug'doy donlarini navli un tortishga tayyorlashda qo'llaniladigan suvlarning uning texnologik xossalrarga ta'siri 68

I.R.Askarov, N.Abdurakhimova, X.Isakov

Qovun urug'i va po'stlog'i tarkibidagi polisaxaridlar miqdorini va ularning fizik-kimyoviy usullar bilan aniqlash..... 75

A.U.Choriyev, A.K.Abdushukurov, R.S.Jo'raev, N.T.Qaxxorov

O-xloratsetilimol asosida optik faol birikmalar sintez qilish 79

F.Sh.Qobilov, X.T.Berdimuradov, E.K.Raxmonov

Non ishlab chiqarishda unning sifat ko'rsatkichlari 85

F.H.TursunovAralash erituvchi muhitida bir xil shakldagi TiO₂ kolloid zarrachalarining sintezi va morfografiyasi..... 90**R.A.Anorov, O.K.Rahmonov, S.B.Usmonov, D.S.Salixanova, B.Z.Adizov**

Neftni qayta ishlash zavodi chiqindi adsorbentlari asosida tayyorlangan burg'ulash eritmalarining asosiy ko'rsatkichlari..... 95

D.Q.Mirzabdullaeva, O.M.Nazarov*Prúnus armeniaca* l.o'simligining mineral tarkibini induktiv boslangan plazmali massa spektrometriya usuli bilan tadqiq qilish. 100**R.A.Anorov, O.K.Rahmonov, S.B.Usmonov, D.S.Salixanova, B.Z.Adizov**

Neftni qayta ishlash zavodi chiqindi adsorbentlari va mahalliy gillar asosida tayyorlangan burg'ulash eritmalarining issiqlik va tuzga chidamliligini o'rganish 104

A.M.Normatov, X.T.Berdimuradov, F.F.Shaxriddinov, E.K.Raxmonov

O'zbekiston va Belarus bug'doy navlari farqlari tahlili 108

FENOL ASOSIDA OLINGAN YANGI SIRT FAOL MODDALARNING KALLOID KIMYOVIY XOSSALRINI O'RGANISH

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЛОИДНЫХ ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НОВЫХ ПАВ НА ОСНОВЕ ФЕНОЛА

STUDY OF CALLOID CHEMICAL PROPERTIES OF NEW SURFACTANTS BASED ON PHENOL

Saidkulov Fayzullo Ravshan o'g'li¹, Mahkamov Ravshan Raximovich², Kurbanbayeva Arzigul Erkinovna³, Samandarov Shuhrat Kamolliddin o'g'li⁴,
Nurmanova Mohira Lapas qizi⁵

¹Saidkulov Fayzullo Ravshan o'g'li

– O'zbekiston Respublikasi fanlar akademiyasi, UNKI tayanch doktranti.

²Mahkamov Ravshan Raximovich

– O'zbekiston Respublikasi fanlar akademiyasi, UNKI. k.f.d.

³Kurbanbayeva Arzigul Erkinovna

– O'zbekiston Respublikasi fanlar akademiyasi, UNKI. k.f.d.

⁴Samandarov Shuhrat Kamolliddin o'g'li

– O'zbekiston Respublikasi fanlar akademiyasi, UNKI tayanch doktranti.

⁵Nurmanova Mohira Lapas qizi.

– O'zbekiston Respublikasi fanlar akademiyasi, UNKI tayanch doktranti.

Annotatsiya

Sirt faol moddalar (SFM) materiallarning sifatini yaxshilash va texnologik jarayonlarni tartibga solish uchun keng qo'llaniladi. SFMlarning samaradorligi ularning molekulari tuzilishiga va tarkibiga bog'liq. Shu sababli yangi olingan SFMlarning kolloid kimyoviy xossalari o'rganish katta ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Ushbu ishning maqsadi fenol hosilalari asosida yangi sirt faol moddalar sintez qilish va ularning kolloid-kimyoviy xossalari o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash edi. Yangi SFMlar fenolni sulfat kislota va turli spirtlar bilan reaksiyasi asosida olingan. Yangi sirt faol moddalar sintezi katalizator ishtirokida fenolni konsentrlangan sulfat kislota bilan sulfirlash orqali amalga oshirildi va reaksiya mahsuloti birlamchi spirtlar bilan esterifikatsiya qilindi. Olingan yangi sirt-faol moddalarning suvli eritmalaridagi sirt faolligi va ko'piklanish qobiliyatlari o'rganildi.

Аннотация

ПАВ (ПАВ) широко используются для улучшения качества материалов и регулирования технологических процессов. Эффективность ПАВ зависит от структуры и состава их молекул. Поэтому изучение коллоидно-химических свойств вновь полученных ПАВ имеет большое научное и практическое значение. Целью данной работы был синтез новых ПАВ на основе производных фенола и установление взаимосвязи между их коллоидно-химическими свойствами. Новые ПАВ были получены на основе реакции фенола с серной кислотой и различными спиртами. Синтез новых ПАВ проводили сульфированием фенола концентрированной серной кислотой в присутствии катализатора, продукт реакции этерифицировали первичными спиртами. Изучена поверхностная активность и пенообразующая способность полученных новых ПАВ в водных растворах.

Abstract

Surfactants are widely used to improve the quality of materials and regulate technological processes. The effectiveness of surfactants depends on the structure and composition of their molecules. Therefore, the study of the colloidal chemical properties of newly obtained surfactants is of great scientific and practical importance. The purpose of this work was to synthesize new surfactants based on phenol derivatives and to determine the relationship between their colloid-chemical properties. New surfactants were obtained based on the reaction of phenol with sulfuric acid and various alcohols. The synthesis of new surfactants was carried out by sulfurization of phenol with concentrated sulfuric acid in the presence of a catalyst, and the reaction product was esterified with primary alcohols. The surface activity and foaming abilities of the obtained new surfactants in aqueous solutions were studied.

Kalit so'zlar: Sintez, sirt faol moddalar, kolloid-kimyoviy xossa, sirt faolligi, ko'pik hosil qilish qobiliyati.

Ключевые слова: Синтез, поверхностно-активные вещества, коллоидно-химические свойства, поверхностная активность, пенообразующая способность.

Key words: Synthesis, surfactants, colloid-chemical properties, surface activity, foaming ability.

KIRISH

Sirt faol moddalar — sathlar (fazalar) chegarasiga adsorbsiyalanib, sath energiyasini (sirt taranglikni) pasaytirish xususiyatiga ega bo'lgan moddalardir [1]. SFMlarning fazalar chegarasida adsorbsiyalanish qobiliyati va hajmiy konsentratsiyaga bog'liq tarzda sirt taranglikni pasaytirish xossasi SFMlarning sirt faollikka xususiyatiga chambarchas bog'liq. Shning uchun SFMlar turli xil qattiq moddalar va suyuqliklarning yuzasini monomolekulyar qatlamlar bilan qoplashda, texnologik jarayonlarni tartibga solishda, ularni boshqarishda va turli materiallarning sifatini yaxshilash uchun keng qo'llaniladi. Ko'pgina jarayonlar SFMlar ishtirokisiz amalga oshirilmaydi, masalan, suspenziyalar va ko'piklarni barqarorlashtirish, turli sirtlarni o'zgartirish va himoya qilishi mumkin. SFMlarning samaradorligi ularning molekulari tuzilishiga va tarkibiga bog'liq. Shu sababli yangi olingan sirt-faol moddalarning kolloid kimyoviy xossalarini ularning tuzilishiga bog'liq holda o'rganish katta ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Hozirgi kunda mahalliy xom ashyolar asosida yangi sirt faol moddalar olish va ularni turli sohalarda ishlatish yo'llarini topish juda xam dolzarb masalalardan biridir. Shundan kelib chiqqan holda biz fenol asosida yangi SFMlar sintez qildik va olingan yangi SFMlarning ishlatish sohalari va yo'llarini aniqlash maqsadida ularning sirt faolligini va ko'pik hosil qilish qobiliyatlarini SFMlarning molekularining tuzilishiga bog'liq holda o'rgandik.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR

Tadqiqotning maqsadi fenol asosida yangi sirt faol moddalar sintez qilish va ularning ishlatish sohalari va yo'llarini aniqlash maqsadida SFMlarning suvli eritmalarini turli konsentratsiyadagi sirt tarangligini va turli temperaturada ko'pik hosil qilishini qobiliyatini o'rganish.

Ilmiy yangilik. Fenol asosida turli uzunlikdagi to'yingan uglevodorod zanjirlariga ega bo'lgan yangi sirt faol moddalar sintez qilindi. Sintez qilingan yangi SFMlarning suvli eritmalaridagi sirt faolligi va ko'piklanish qobiliyatlari SFMlar molekularining tuzilishiga uzviy bog'liqligi aniqlandi. Olingan natijalar asosida alifatik uglevodorod zanjiri uzunligi ortishi bilan fenol asosida olingan SFMlarning sirt faolligi va ko'pik hosil qilish qobiliyatining ortishi ko'rsatib berildi.

Olingan ma'lumotlar. Natijalarni tahlil qilish ko'pik hosil qilish qobiliyati va o'rganilgan SFMlarning sirt faolligi o'rtasida yaxshi bog'liqlikni ko'rsatdi. Tadqiqotlar natijalariga ko'ra, ko'piklarning barqarorligi mono qatlamdagi SFMar molekularining o'zaro ta'sirlashishi bilan sezilarli darajada ortishi aniqlandi.

Usul va metodlar: *Ko'pik hosil qilish qobiliyati.* Yangi olingan SFMlarning suvli eritmalarining ko'pik hosil qilish qobiliyati eritmaning konsentratsiyasiga, vaqtga va temperaturaga bog'liq holda o'rganildi. SFMning suvli eritmalarini dastlab 100 ml hajmda olindi va 60 s vaqt davomida bir maromda chayqatildi. Chayqatilgandan so'ng birinchi daqiqadagi ko'pikning holati va 5 minut davomidagi ko'pikning barqarorligi kuzatildi va yozib borildi. Jarayon turli haroratlarda (293 -333 K) o'lchandi. O'lchov ishonchli chiqishi uchun besh martadan takrorlandi. [3]

Ko'pik barqarorligi aniqlash uchun dastlabki hosil bo'lgan ko'pik hajmini besh daqiqadan keyingi ko'pik hajmiga bo'lib topildi. Ko'piklanuvchanligini aniqlash uchun esa dastlabki ko'pik hajmini eritma hajmiga bo'lish orqali topiladi.

Sirt taranglikni aniqlash. Sirt-faol moddalarni turli konsentratsiyadagi suvli eritmaları tayyorlandi. Eritmalarning sirt tarangligini aniqlashda Germaniyaning "DataPhysics Instruments GmbH" kompaniyasi tomonidan ishlab chiqarilgan DCAT-9 tensiometr qurilmasidan foydalanildi. Bu qurilma eritmalarini sirt tarangligi, fazalar orasidagi tortishish kuchi va ho'llanish burchagini yuqori aniqlikda o'lchash imkoniga ega. Statistik jihatdan ishonchli natijalarni olish uchun har bir o'lchov kamida 5 marta takrorlandi. Bunda 0,96 ishonchlilik koeffitsiyenti bilan o'lchash xatosi 0.2 mn/m dan oshmadi.

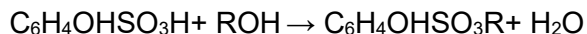
NATIJA VA MUHOKAMA

Biz ushbu ilmiy ishimizda fenol hosilalari asosida yangi sirt-faol modda sintez qildik. Bunda birinchi bosqichda fenolni konsentrlangan sulfat kislotasi bilan sulfirlanib o-sulfofenol (n-fenolsulfokislota) olindi. Reaksiyadan hosil bo'lgan suvni ajratish uchun Dina-Stark qurilmasidan foydalandik:



Ikkinchi bosqichda davomida birinchi bosqichda olingan o-sulfofenol (n-fenolsulfokislota) bir atomli spirtlar bilan eterifikatsiya qilindi:

KIMYO



Bunda R = C₈H₁₇ (AASN-1), C₆H₁₃ (AASN-2), C₄H₉ (AASN-3).

Reaksiya mahsulotlari eterifikatsiya jarayonidan so'ng spirtli muhitda neytrallab olindi. So'ngra olingan reaksiya mahsulotlari atseton va benzol yordamida yuvib tozalandi. Reaksiya mahsulotining chiqishi 94-95% ni tashkil etdi.

Fenol asosida yangi sintez qilingan SFMlarni ishlatish sohalari va yo'llarini aniqlash maqsadida ularning suvli eritmalarini turli konsentratsiyadagi sirt tarangligini o'rganib chiqdik. Uchta yangi sirt-faol moddalarning (AASN-1, AASN-2, AASN-3) suvli eritmalarini 293 K da sirt tarangligini konsentratsiyaga bog'liq holda o'zgarishi natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

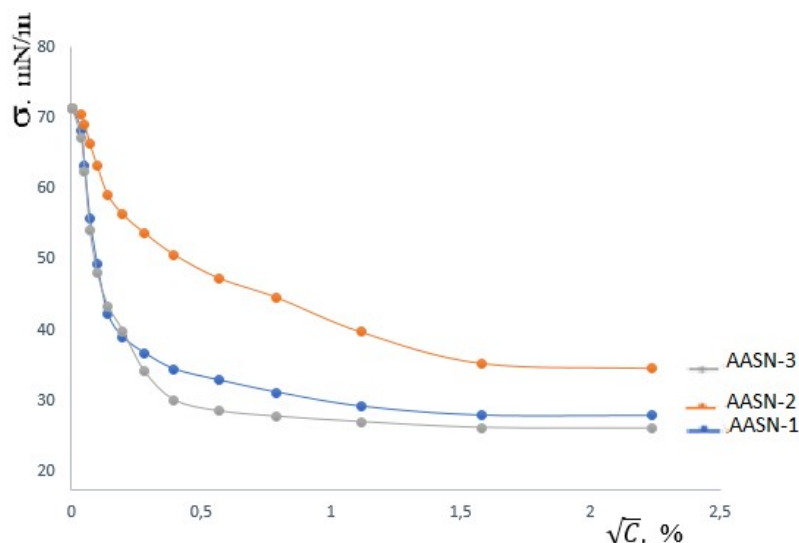
1-jadval

Sirt faol moddalarning suvli eritmalarining sirt tarangligini konsentratsiyaga bog'liqligi.

SFM	SFMlarning suvli eritmalarining konsentratsiyasi (C, %) / SFMlarning suvli eritmalarining sirt tarangligi (σ, mN/m)												
	5	2.5	1.2 5	0.62	0.3 1	0.16	0.08	0.04	0.02	0.01	0.00 5	0.00 25	0.0012 5
AASN-1	2 6 1	26.2	27. 1	27.8	28. 5	30.1	34.2	39.9	43.4	48.1	54.7	62.3	67.2
AASN-2	2 7. 9	27.9	28. 8	31.1	32. 9	34.5	36.8	38.9	44.2	49.3	55.7	63.2	68.3
AASN-3	3 4. 6	35.3	39. 7	44.6	47. 3	50.6	56.3	59.1	63.2	66.3	69.1	70.2	71.0

Yuqorida keltirilgan 1-jadvaldan ko'rinib turibdiki, eritmada SFMlar konsentratsiyasining ortishi bilan suvning sirt tarangligi kamayib borgan. Olingan natija sabablaridan biri bu eritmadagi SFMlar konsentratsiyasining ortishi bilan sirt faol moddalarning molekulari difil tuzilishga ega ekanligi tufayli suvning yuzasiga adsorbsiyalanadi va suvning sirt tarangligini pasaytiradi. Olingan natijalardan ko'rinib turibdiki, aromatik halqada uglevodorod radikalining uzunligi oshishi bilan yangi sirt faol moddalarning sirt faolligi oshadi (AASN-1>AASN-2>AASN-3) va bu Dyuklo-Traube qoidalariga mos keladi.

Sirt-faol moddalarning suvli eritmalarining sirt tarangligi izotermalarini tahlil qilish suyuq-gaz fazalari orasida adsorbsiyaning termodinamik parametrlarini hisoblash imkonini berdi. Adsorbsiyaning hisoblangan termodinamik parametrlari molekularlarning tarkibida uglevodorod zanjirning uzayishi adsorbsion qobiliyatni va sirt faollikni oshirganligini ko'rsatdi.



Rasm 1. Yangi sirt-faol moddalarning suvli eritmalarining sirt taranglik izotermasi va mitsella hosil qilish qobiliyati. Bunda σ (mN/m) — eritmalarining sirt tarangligi, $\sqrt{C}$, % — eritmalarining konsentratsiyasi.

Yuqorida keltirilgan 1-rasmdan shuni ko'rish mumkinki, sirt-faol moddalarning yuqori konsentratsiyali eritmalarida (AASN-1>0,31%, AASN-2>0.62%, AASN-3>1.25%li va undan yuqori konsentratsiyali eritmalarida) sirt taranglik deyarli o'zgarmas holatga kelgan. Bu natijaning sabablariga quyidagilarni keltirish mumkin bo'ladi. Yuqori konsentratsiyalarda sirt-faol modda molekulalari suvning yuzasiga adsorbsiyalanib uning yuzasini to'liq qoplaydi va suvning sirt tarangligi maksimal darajada pasayadi. Eritmalarda sirt-faol moddaning konsentratsiyasining yanada oshishi natijasida esa SFMmolekulalari mitsellalarni hosil qiladi va suvning sirt tarangligi deyarli o'zgarmaydi va doimiyligicha qoladi.

2-jadvalda SFMlarning ko'pik hosil qilish qobiliyatining eritmaning konsentratsiyasiga va temperaturaga bog'liq holda o'zgarishi keltirilgan. Olingan natijalarga ko'ra (2-jadval), sirt faol moddalarning 1,10-1,25 %li suvli eritmalaridan boshlab hosil bo'lgan ko'piklar yaxshi barqarorlikni namoyon qila boshlaydi va sirt faol moddalarning 2,5 % dan baland bo'lgan suvli eritmaları juda xam yuqori barqarorlikka ega bo'lgan ko'piklarni hosil qiladi. Sirt-faol moddalarning turli konsentratsiyali suvli eritmalarining har xil temperaturadagi ko'pik hosil qilish natijalaridan ko'rinib turibdiki, SFMlarning past konsentratsiyali eritmalaridan yuqori konsentratsiyali eritmalariga borgan sari hosil bo'lgan ko'pikning barqarorligi (jad.3) ortganini ko'rishimiz mumkin.

2-jadval

Sirt faol moddalarning ko'pik hosil qilish qobiliyatining konsentratsiya va temperaturaga bog'liq holda o'zgarishi.

Nomi	T, K	SFMning suvli eritmasining konsentratsiyasi (C, %) / Eritmaning ko'pik hosil qilish qobiliyati (V, ml)						
		5 %	2.5 %	1.25 %	0.62 %	0.31 %	0.16 %	0,08 %
AASN-1	293303313323333	280	260	255	180	160	150	140
		281	262	255	185	162	153	145
		282	265	257	188	165	155	148
		285	268	260	190	170	160	145
		290	270	263	200	175	165	150
AASN-2	293303313323333	270	253	248	175	153	140	138
		273	258	250	176	158	140	140
		276	262	255	178	162	145	144

KIMYO

		279	265	257	185	165	150	145
		280	268	260	190	170	160	146
AASN-3	293303313233333	230	215	210	165	140	135	120
		233	220	212	166	140	136	122
		235	224	215	168	145	138	125
		240	228	220	172	148	138	127
		245	230	230	175	150	139	127

Tadqiqot natijalaridan ko'rinib turibdiki (jad.2), eritmada sirt faol moddalar konsentratsiyasi va SFMLar molekulasida uglevodorod zanjirining uzunligi oshishi bilan ko'pik hosil qilishi oshadi. Olingan natijalardan ko'rinadiki, uglevodorod zanjirining bir metilen guruhiga ko'payishi bilan ko'pik hajmi taxminan 10 foizga oshadi. Past haroratlarda (293K) ko'pikning barqarorligi (jad.3) juda yuqori va 0.85–0.95% ga teng. Harorat oshishi bilan (jad.2) ko'pik hosil qilish qobiliyati ortadi. Ushbu natija SFMLar molekularining adsorbsiyasining kinetik parametrlarining o'zgarishi va shunga mos ravishda fazalar chegarasidagi dielektrik qatlamning parametrlari bilan bog'liq. Biroq shuni ham ta'kidlash kerakki, yuqori haroratda hosil bo'lgan ko'pik hajmining oshishi uning barqarorligini pasayishi bilan birga boradi. Bu natijani ko'pikli plyonkalarining yupqalanishi va shunga mos ravishda ko'pikni yo'q qilish tezligining oshishi bilan bog'lash mumkin.

3- jadval

Ko'pik miqdorining vaqtga bog'liqligi, barqarorligi va ko'piklanuvchanligi.

№	SFM nomi	SFM konsentratsiyasi %	Ko'pik miqdorining vaqtga bog'liqligi		Ko'pik barqarorligi, %	Ko'piklanuvchanlik K
			0.5 min.	5 min.		
1	2	3	4	5	6	7
1	AASN-1	5	280	270	96.4	2.80
		2.5	260	252	96.9	2.60
		1.25	255	240	94.1	2.55
		0.62	180	160	88.9	1.80
		0.31	165	140	84.8	1.65
		0.16	150	115	76.7	1.50
		0,08	140	107	76.4	1.40
2	AASN-2	5	270	265	98.1	2.70
		2.5	253	245	96.8	2.53
		1.25	248	235	94.7	2.48
		0.62	175	145	82.8	1.75
		0.31	153	125	81.7	1.53
		0.16	140	112	80.0	1.40
		0,08	138	108	78.3	1.38
3	AASN-3	5	230	220	95.6	2.30
		2.5	215	200	93.0	2.15
		1.25	210	180	85.7	2.10
		0.62	165	140	84.8	1.65
		0.31	140	115	82.1	1.40
		0.16	135	110	81.4	1.35
		0,08	125	103	82.4	1.20

Sirt faol moddaning uglevodorod zanjiri C₄ dan C₈ gacha uzayganda sirt faol moddaning gidrofil-lipofil balansining (GLB) ortishi va suvli eritmada gidrofobik o'zaro ta'sirlarning oshishi tufayli ko'pik hosil qilish qobiliyatning o'sishi kuzatildi. Shuni ta'kidlash kerakki, o'rganilgan yangi sirt faol moddalarining sirt faolligi bilan ko'pik hosil qobiliyati orasida o'zaro bog'liqlik mavjud.

XULOSA

Fenol hosilalari asosida yangi SFMLar sintez qilindi va ularning kolloid kimyoviy xossalari o'rganildi. Yangi SFMLar sintezi katalizator ishtirokida fenolni konsentrlangan sulfat kislotasi bilan sulfonlash orqali amalga oshirildi va reaksiya mahsuloti birlamchi spirtlar bilan esterifikatsiyalandi. Olingan yangi sirt faol moddalarning suvli eritmalarida sirt faolligi va ko'pik hosil qilish qobiliyati o'rganildi. Alifatik uglevodorod zanjirlarining uzunligi ortishi bilan fenol asosidagi sirt faol moddalarning sirt faolligi oshishi ko'rsatib berildi. O'rganilgan SFMLar ko'pik hosil qilish qobiliyati va sirt faolligi o'rtasida yaxshi bog'liqlik mavjudligi aniqlandi. Ko'piklarning barqarorligi monoqatlamlardagi sirt faol moddalar molekularining o'zaro ta'siri bilan sezilarli darajada ortishi aniqlandi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI (REFERENCES)

1. Зимон А.Д., Лещенко Н.Ф., Коллоидная химия, М., 2001. (Zimon A.D., Leshchenko N.F., Colloid Chemistry, M., 2001.)
2. Makhkamov R, Kurbanbaeva A, Samandarov Sh, Nurmanova M, Saidkulov F, Saidakhmedova H, Holmuminova D. Synthesis and colloid-chemical properties of surface-active derivatives of benzoic acid// European Journal of Interdisciplinary Research and Development, Poland, Volume-03. -2022. -P.169-175 (Benzol kislotaning sirt faol hosilalarining sintezi va kolloid-kimyoviy xossalari// Yevropa fanlararo tadqiqot va ishlanmalar jurnali, Polsha, jild-03. -2022. -R.169-175)
3. Makhkamov R, Kurbanbaeva A, Samandarov Sh, Nurmanova M, Saidkulov F, Saidakhmedova H, Holmuminova D. Adsorptive modification of different surfaces with aqueous solutions of new surfactants // British Journal of Global Ecology and Sustainable Development, the United Kingdom. Volume-04. -2022. -P. 82-87. (Yangi sirt faol moddalarning suvli eritmalar bilan turli sirtlarning adsorbktiv modifikatsiyasi // Global ekologiya va barqaror rivojlanish bo'yicha Britaniya jurnali, Buyuk Britaniya. 04-jild. -2022. -R. 82-87.)
4. Makhkamov R., Kurbanbaeva A., Halmuminova D., Saidkulov F., Nurmanova M., Samandarov Sh., Saidakhmedova H. Synthesis and colloidal-chemical properties of new surface-active derivatives of maleic acid // Web of science: international scientific research journal, ISSN: 2776-0979. Volume 3. Issue 4. -2022. -P. 389-398. (Malein kislotasining yangi sirt faol hosilalarining sintezi va kolloid-kimyoviy xususiyatlari // Fanlar tarmog'i: xalqaro ilmiy tadqiqot jurnali, ISSN: 2776-0979. 3-jild. 4-son. -2022. -R. 389-398.)
5. Islam N, Kato T (2005). Effect of temperature on the surface phase behaviour and micelle formation of a mixed system of nonionic/anionic surfactants J. of Colloid and InterfaceScience 282(1)142-148 (Islom N, Kato T (2005). Haroratning sirt fazasi harakati va mitsel shakllanishiga ta'siri Noionik/anion sirt faol moddalar J. of Colloid and InterfaceScience 282(1)142-148.)
6. Makhkamov R, Kim V, Aminov S, Sirazhiddinova D (1992) Correlation between the structure of a carbohydrate substituent and the adsorption ability in a series of the derivatives of hexylene-succinic acid. Kolloid Journal 54:(4)121-124 (Uglevod o'rnini bosuvchining tuzilishi va geksilen-suksin kislotasi hosilalari seriyasida adsorbsiya qobiliyati o'rtasidagi bog'liqlik. Kolloid jurnali54:(4)121-124)
7. Makhkamov R, Kim V, Aminov S, Sirazhiddinova D (1992) Correlation between the aggregative stability of emulsions and the hydration of an emulsifier cation. Kolloid Journal 54:(4)118-120 (Emulsiyalarning agregativ barqarorligi va emulsifikator kationining hidratsiyasi o'rtasidagi bog'liqlik. Kolloid jurnali 54: (4) 118-120)
8. Adsorption and aggregation of Surfactants in Solution (2019) ed. K.L. Mittal, Dinesh O. Shah, 724 p. (Eritmada sirt faol moddalarning adsorbsiyasi va agregatsiyasi (2019) nashr. K.L. Mittal, Dinesh O. Shoh, 724 p.)
9. Fang Fu, Yulin Fan, Langqiu Chen et al. (2020) Water Solubility and Surface Activity of Alkoxyethyl β -d-Maltosides. Journal of Agricultural and Food Chemistry 68:(31)8330-8340. (Alkoksietil β -d-maltozidlarning suvda eruvchanligi va sirt faolligi. Qishloq xo'jaligi va oziq-ovqat kimyosi jurnali 68: (31) 8330-8340.)
10. Shirin Alexander, Gregory Smith, Craig James, Sarah Rogers, et. al, (2014) Low-Surface Energy Surfactants with Branched Hydrocarbon architectures. Langmuir, 30 (12), 3413- 3421. (Shirin Aleksandr, Gregori Smit, Kreyg Jeyms, Sara Rojers va boshqalar. al, (2014) Tarmoqlangan uglevodorod arxitekturasini bilan past sirtli energiya sirt faol moddalar. Langmuir, 30 (12), 3413-3421.)