ISNN 3030-3907

2026/3
VOLUME 7

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/3 VOLUME 7

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

ИТАКОН ВА (МЕТ)АКРИЛ КИСЛОТАЛАРИ АСОСИДА СИНТЕЗ ҚИЛИНГАН СОПОЛИМЕРНИНГ СУЮҚ ЮВИШ ВОСИТАЛАРИДА ҚУЮҚЛАШТИРИШ САМАРАДОРЛИГИНИ ТАДҚИҚ ЭТИШ

Маткаримова Нигора Сагдуллаевна

Доцент Ташкентский химико-технологический институт,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: mns21071986@mail.ru

Аннотация. Ушбу ишда итакон ва (мет)акрил кислоталари асосида синтез қилинган сополимернинг тузилиши ва амалиётда қўлланиш имкониятлари ўрганилди. Синтез қилинган сополимер ИК-спектроскопия ва юқори самарадор суюқлик хроматографияси (ЮССХ) усуллари билан таҳлил қилинди. ИК-спектр натижалари сополимер таркибида карбоксил гуруҳлар мавжудлигини ҳамда винил гуруҳлар полимерланиш жараёнида тўлиқ иштирок этганини тасдиқлади. ЮССХ таҳлилида синтез қилинган сополимернинг тозалиги аниқланди. Кейинги босқичда сополимернинг суюқ ювиш воситалари таркибида қуюқлаштирувчи сифатида қўлланиши тажриба асосида аниқланди. Сополимер 0,3–0,5 % миқдорда композиция таркибига киритилиб, тизим қовушқоқлиги вискозиметр ёрдамида ўлчанди. Натижаларга кўра, қовушқоқлик 1950–2680 mPa·s оралиғида бўлиб, бу кўрсаткич замонавий суюқ ювиш воситалари учун талаб этилган меъёрларга мос келиши аниқланди. Концентрация ошиши билан қовушқоқликнинг сезиларли ортиши полимер занжирлари ўртасида фазовий тузилма шаклланиши билан изоҳланди. Намуналарнинг оқувчанлиги 10–200 $с^{-1}$ ораликда ўрганилди ва оқиш тезлиги ошган сари қовушқоқлик камайиши кузатилди. Бу макромолекулаларнинг оқим йўналиши бўйлаб тартибланиши ва ички тузилманинг қисман бузилиши билан тушунтирилди. Шунингдек, 40 °С ҳароратда сақлаш синовлари натижасида тизим қовушқоқлигининг 94 % қисми сақланиши аниқланди. Олинган натижалар синтез қилинган сополимерни суюқ ювиш воситалари учун самарали қуюқлаштирувчи сифатида қўллаш мумкинлигини кўрсатди.

Ключевые слова: Сополимер, итакон кислотаси, (мет)акрил кислотаси, полимер қуюқлаштирувчи, қовушқоқлик, суюқ ювиш воситалари, оқим хоссалари,

Abstract. In this work, the structure and practical application potential of a copolymer synthesized based on itaconic and (meth)acrylic acids were investigated. The synthesized copolymer was analyzed using FTIR spectroscopy and high-performance liquid chromatography (HPLC). FTIR results confirmed the presence of carboxyl functional groups and the complete participation of vinyl

ISSN 3030-3907

groups in the polymerization process. HPLC analysis demonstrated the purity of the obtained copolymer. In the next stage, the effectiveness of the copolymer as a thickening agent in liquid detergent formulations was experimentally determined. The copolymer was incorporated into model compositions at concentrations of 0.3–0.5 wt%, and the viscosity of the system was measured using a viscometer. The results showed viscosity values in the range of 1950–2680 mPa·s, which meet the requirements for modern liquid detergents. The significant increase in viscosity with increasing copolymer concentration was attributed to the formation of a spatial polymer network between polymer chains. The flow behavior of the samples was studied in the shear rate range of 10–200 s^{-1}, and a decrease in viscosity with increasing shear rate was observed, which is explained by the alignment of macromolecules along the flow direction and partial disruption of the internal structure. In addition, storage stability tests at 40 °C showed that the system retained 94% of its initial viscosity. The obtained results demonstrate that the synthesized copolymer can be used as an effective thickening agent for liquid detergent formulations.

Keywords: copolymer, itaconic acid, methacrylic acid, polymer thickener, viscosity, liquid detergents, rheological properties.

Аннотация. В данной работе исследовалась структура и возможности практического применения сополимера, синтезированного на основе итаконовой и (мет) акриловой кислот. Синтезированный сополимер был проанализирован методами ик-спектроскопии и высокоэффективной жидкостной хроматографии (YUSSCH). Результаты Ик-спектроскопии подтвердили наличие карбоксильных групп в сополимере, а также то, что винильные группы были полностью вовлечены в процесс полимеризации. Анализ, проведенный ЮССОМ, подтвердил чистоту синтезированного сополимера. На следующем этапе было экспериментально определено использование сополимера в качестве загустителя в составе жидких моющих средств. Сополимер добавляли в количестве 0,3–0,5% и измеряли вязкость системы с помощью вискозиметра. Согласно результатам, вязкость находилась в диапазоне 1950-2680 МПа·с, что, как было установлено, соответствует стандартам, предъявляемым к современным жидким моющим средствам. Значительное увеличение вязкости с увеличением концентрации было объяснено образованием пространственной структуры между полимерными цепями. Текучесть образца была исследована в диапазоне 10-200 с⁻1, и было обнаружено снижение текучести по мере увеличения скорости утечки. Это было объяснено расположением макромолекул вдоль направления потока и частичным разрушением внутренней структуры.

ISSN 3030-3907

Кроме того, испытания на хранение при температуре 40°C показали, что корка системы сохраняется на 94%. Полученные результаты показали, что синтезированный сополимер может быть использован в качестве эффективного загустителя для жидких моющих средств.

Ключевые слова: сополимер, итаконовая кислота, акриловая кислота (мет), полимерный загуститель, вязкость, жидкие моющие средства, текучесть,

КИРИШ.

Сўнгги йилларда суюқ ювиш воситаларини ишлаб чиқариш полимер қуюқлаштирувчиларни такомиллаштириш билан чамбарчас боғлиқ бўлиб, улар тизимнинг оқим ва қовушқоқлик хусусиятларини бошқариш, дисперс тизимлар барқарорлигини таъминлаш ҳамда тайёр композицияларни узоқ муддат сақлашда муҳим аҳамият касб этмоқда. Қовушқоқликнинг оптимал даражада бўлиши маҳсулотни дозалаш, қўллашда қулайлик, сақлаш барқарорлиги ва истеъмолчи қабул қилиши учун ҳал қилувчи омилдир [1]. Айниқса, акрилат акрилатли сополимерлар ҳатто паст концентрацияларда ҳам қовушқоқликни ошириш, шаффофликни сақлаш ва тизим барқарорлигини таъминлаш имконини беради. Адабиёт ва патент манбаларига кўра, функционал сополимерларни 0,3–1,0 % миқдорда қўллаш суюқ ювиш композицияларида қовушқоқликни 1500–3000 мПа·с атрофида самарали қуюқлашишини таъминлайди [2].

Мақолада акрил кислотаси ва унинг ҳосилалари асосида синтез қилинган сополимерлар сувли сирт-фаол моддалар муҳитида кенгайган макромолекуляр тузилмалар ҳосил қилади. Бу тузилмалар эритмада уч ўлчамли фазовий тўр шакллантириб, тизимнинг оқимга қаршилигини оширади. Тадқиқотлар шуни кўрсатганки, ҳатто 0,3–0,7 % миқдорда қўлланилганда ҳам бундай сополимерлар қовушқоқликни бир неча баробар оширганлиги келтирилган [3-4]. Шу билан бирга, бундай уларнинг хусусиятлари суюқ ювиш воситаларининг сирт-фаол моддалар ва электролитлар билан ўзаро таъсирига ҳам боғлиқ бўлиб, бу ҳолат қатламланишга чидамлилик ва сақлаш барқарорлигини таъминлайди [5-6].

Сўнгги йилларда олимлар эътибори функционал мономерлар қўшилган акрилат сополимерларга қаратилган. Бу мономерлар полимер занжирларида қўшимча ионланувчи ва гидрофил марказлар ҳосил қилиб, сирт-фаол моддалар билан кучли ўзаро таъсирни таъминлайди. Натижада тизимда барқарор коллоид тузилма шаклланади ва бу қовушқоқликнинг узоқ муддат сақланишига олиб келади [7].

Ишда YES туридаги қуюқлаштирувчиларни 0,5–1,2 % миқдорда қўллаш қовушқоқликни 1200–2800 мПа·с оралиғида самарали борганини, шу

ISSN 3030-3907

билан бирга ювиш қобилияти пасаймаганлигини кўрсатган. Ушбу холат анион сирт-фаол моддаларнинг карбоксил гуруҳли полимер занжирлари билан ўзаро таъсири натижасида барқарор тузилма шаклланиши билан изоҳланади. Шунингдек, бундай қуюқлаштирувчилар кенг қўлланиладиган 6501, CAB ва OA-30 маркали компонентлар билан солиштирганда, самарадорлиги ўхшаш эканлиги ва тузларга чидамлиликка эга экани, турли pH ва ҳарорат шароитларида барқарорлигини сақлаши аниқланган [8].

Алоҳида тадқиқотлар итакон кислотаси каби икки карбоксил гуруҳли мономерларни қўллаш қуюқлаштирувчилар самарадорлигини сезиларли оширишини кўрсатган. Итакон кислотаси полимер занжирининг гидрофиллигини кучайтириб, сувда шишиш қобилиятини оширади ва натижада қуюқлаштириш самараси кучаяди. Шу билан бирга, бундай сополимерлар электролитлар ва ҳарорат таъсирига нисбатан барқарорлиги билан ажралиб туради [9].

Олимлар тадқиқотларида карбон кислоталари полимерлари ҳамда диметилдиаллиламмоний хлорид–акриламид сополимерлари асосида кир ювиш воситалари учун композициялар яратилгани, шунингдек метакрил кислота ва акрилатлар сополимерлари юқори барқарорлик ва яхшиланган оқим хусусиятларини таъминлаши қайд этилган [10].

Замонавий тадқиқотларда маиший кимё маҳсулотларида ишлатиладиган қуюқлаштирувчилардан нафақат юқори самарадорлик, балки экологик хавфсизлик ҳам талаб этилмоқда. Нефтга асосланган хом ашёга боғлиқликни камайтириш ва биоасосли экологик хавфсиз, қайта тикланувчи мономерлардан фойдаланиш алохида ахамият касб этади. Шу нуқтаи назардан, итакон кислотаси асосидаги сополимерлар “яшил кимё” тамойилларига мос келувчи истиқболли материаллар сифатида баҳоланмоқда. [11].

Шунингдек, патент ва илмий ишлар таҳлили шуни кўрсатадики, мавжуд тижорат акрилат қуюқлаштирувчилари кўп ҳолларда юқори миқдорни талаб қилади ва сақлаш жараёнида қовушқоқликнинг пасайиши кузатилади. Шу билан бирга, амалда қўлланилаётган акрилат қуюқлаштирувчиларнинг кўпчилиги нефт-кимё хомашёсидан олиниши экологик хавфсизликни ошириш имкониятларини чеклайди[12]. Шу сабабли биохомашё асосида янги полимерлар яратиш долзарб вазифа ҳисобланади.

Итакон кислотаси шундай истиқболли мономерлардан бири бўлиб, ушбу кислота асосида сополимерлар синтез қилиш хамда суюқ ювиш воситалари таркибига киритиш карбоксил гуруҳлар сонини оширади,

ISSN 3030-3907

молекулалараро таъсирларни кучайтиради ва барқарор фазовий тузилма шаклланишини таъминлайди.

Мазкур ишнинг мақсади — итакон ва (мет)акрил кислоталари асосидаги сополимернинг суюқ ювиш композицияларида қуюқлаштириш қобилияти ва оқим хусусиятларини тадқиқ қилишдан иборат.

МАТЕРИАЛЛАР ВА УСУЛЛАР

2.1 Материаллар Тадқиқотларда итакон кислотаси, (мет)акрил кислотаси, радикал полимерланиш инициатори ҳамда ёрдамчи реагентлардан фойдаланилди. Намуна модел сифатида анион сирт-фаол моддалардан иборат бўлган суюқ ювиш композицияси тайёрлаб олинди.

2.2. Усуллар

Юқори самарали суюқлик хроматографияси (ВЖХ) таҳлиллари Agilent 1260 Infinity II хроматографида ўтказилди. Хроматографик таҳлил шароитлари қуйидагича бўлди: колонка — Poroshell 120 EC-C18 (4 мкм, 4,6 × 150 мм), детектор — диод-матричали, элюент — ацетонитрил : сув (50:50), оқим тезлиги — 1 мл/мин, детекция тўлқин узунлиги — 246 нм, инъекция ҳажми — 5 мкл, термостат ҳарорати — 30 °C, таҳлил вақти — 5 мин.

Инфрақизил (ИК) спектрлар IRTracer-100 инфрақизил спектрометри ёрдамида олинди. (PerkinElmer Spectrum IR Version 10.6.1, АҚШ, 2017). Ўлчашлар MIRacle-10 приставкаси (бузилган тўлиқ ички қайтиш усули, ATR) ва diamond/ZnSe призмаси билан жиҳозланган ҳолда амалга оширилди. Спектрал диапазон 4000–400 $см^{-1}$ ни ташкил этди, ажратиш қобилияти 4 $см^{-1}$, сигнал-шовқин нисбати 60 000:1, сканерлаш тезлиги секундига 20 спектрни ташкил қилди.

Сополимер синтези

Дастлаб, илмий тадқиқот ишимизни суюқ ювиш ввоситаларини қуюқлаштирувчи сифатида қўллаш учун итакон ва (мет)акрил кислоталари асосидаги сополимер синтез қилишга қаратдик. Сополимер сувли муҳитда радикал сополимерланиш усулида синтез қилинди. Мономерлар сифатида итакон ва метакрил кислоталари ишлатилди. Реакция эркин радикал полимерланиш инициатори иштирокида доимий аралаштириш шароитида олиб борилди.

Синтез жараёни 70–80 °C ҳароратда 3–4 соат давом эттирилди. Реакция қайтар совитгич ва магнитли аралаштиргич билан жиҳозланган шиша қолбада амалга оширилди. Реакция тугагач, маҳсулот ишқор эритмаси билан нейтралланиб, pH 6,8–7,0 га келтирилди. Сополимер унуми 89 % ни ташкил этди. Реакция жараёнида карбоксил функционал гуруҳларга бой макромолекуляр занжирлар ҳосил бўлиб, улар полимернинг гидрофиллиги ва

ISSN 3030-3907

сувли муҳитда фазовий тўр ҳосил қилиш қобилиятини таъминлади. Олинган сополимер хона ҳароратигача совитилиб, суюқ ювиш композицияларини тайёрлашда қуюқлаштирувчи сифатида қўллаш учун тайёрлаб олинди..

Ювиш композицияларини тайёрлаш

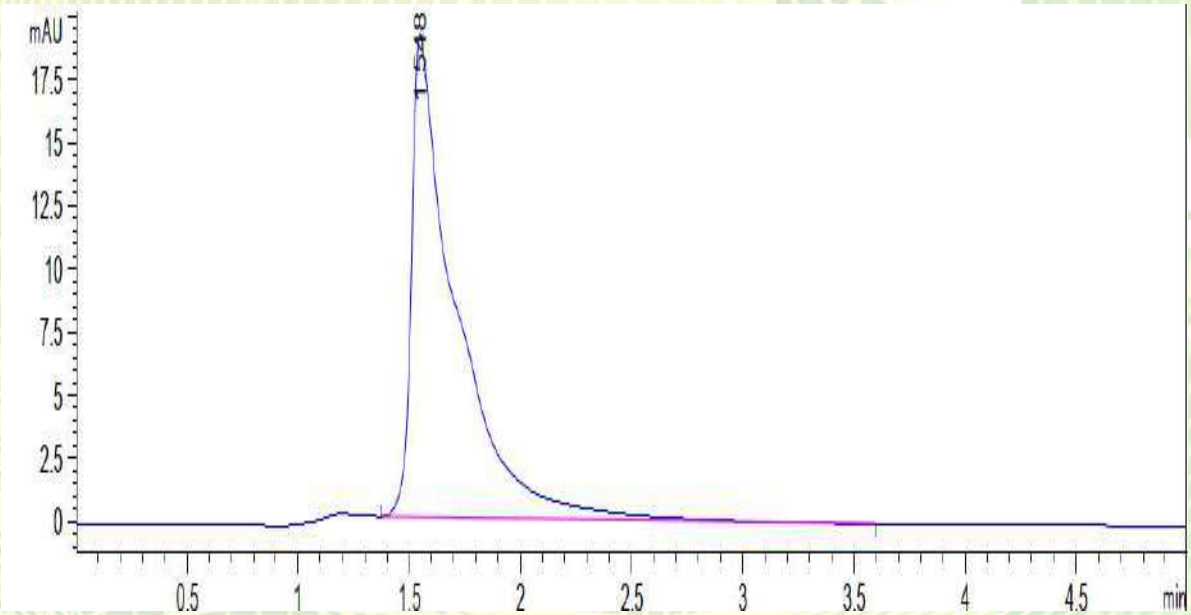
Синтез қилинган сополимернинг қуюқлаштириш хоссасинини аниқлаш мақсадида анион сирт-фаол моддалар, ёрдамчи компонентлар ва сувдан иборат суюқ ювиш композициялари тайёрланди. Сополимер ушбу композиция таркибига турли: 0,3; 0,4 ва 0,5 % концентрацияларда киритилди. Қуюқлаштирувчи сифатида синалаётган сополимер қўшилгандан сўнг аралашма сополимер тўлиқ эригунча ва бир жинсли композиция ҳосил бўлгунча аралаштирилди.

Қовушқоқликни аниқлаш

Тизимнинг оқим ва қовушқоқлик хусусиятлари вискозиметрия усулида ўрганилди. Намуналар қовушқоқлиги турли деформация тезликларида ўлчаниб, тизимнинг оқувчанлик хусусияти аниқланди. Олинган натижалар mPa·s бирликда ифодаланди. Ҳар бир ўлчаш камида уч марта такрорланиб, кейин ўртача қиймат ҳисобланди.

НАТИЖАЛАР ВА МУҲОКАМА

Дастлаб, синтез қилинган сополимернинг тозалик даражасини аниқлаш (ЮССХ) юқори самарадор суюқлик хроматографияси Agilent 1260 nfinity II номли (АҚШ) хроматогрофида олиб борилди.

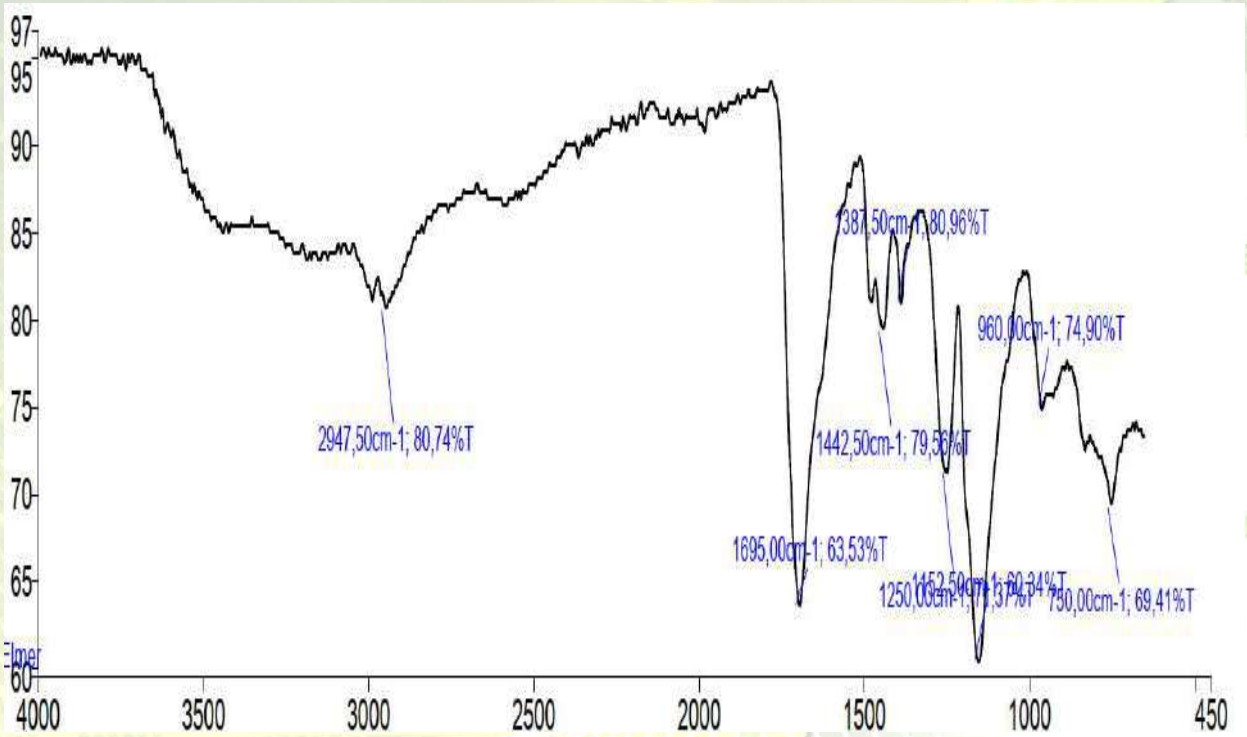


Расм-1. Синтез қилинган сополимернинг ЮССХ хроматограммаси

Олинган хроматографик тасвир натижаларга кўра, расмда 1.548 дақиқада фақат битта маҳсулот пик берганлиги маҳсулотнинг аралашмаласиз эканлигини ва тозалик даражаси юқори эканлигини тасдиқлайди.

ISSN 3030-3907

Шунингдек Синтез қилинган сополимернинг кимёвий тузилиши инфрақизил спектроскопия усулида тасдиқланди (2-расм).

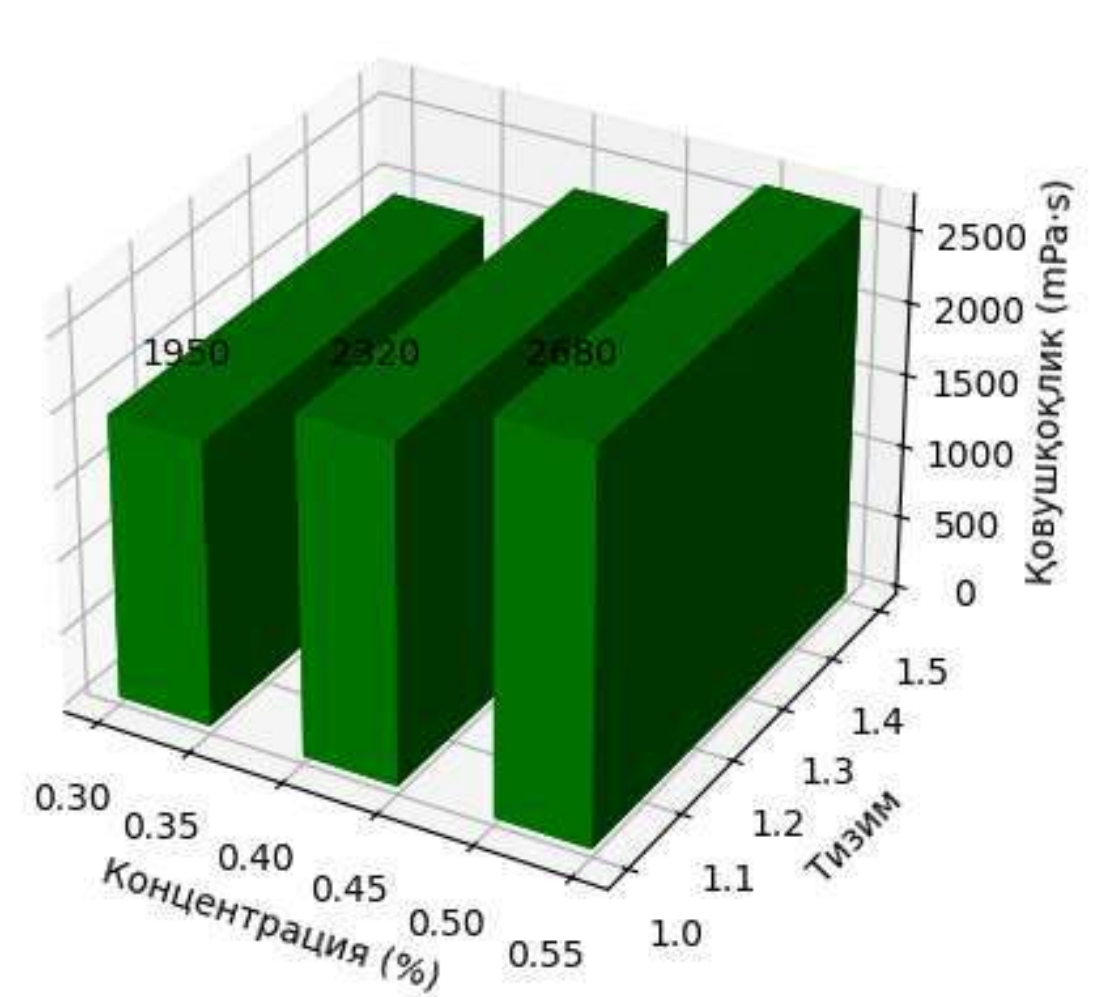


2-расм. Итакон ва (мет)акрил кислоталари асосидаги сополимерининг ИҚ-спектри

ИҚ-спектрда мономерлар сополимерланиш реакциясида иштирок этганини тасдиқловчи ютилиш соҳалари кузатилди. 2947 $см^{-1}$ даги полоса сополимер занжиридаги алифатик $–CH_2$ ва –CH гуруҳларининг валент тебранишларига, 1695 $см^{-1}$ даги кучли полоса эса карбоксил гуруҳларидаги C=O тебранишларига тегишли бўлиб, функционал гуруҳлар сақланиб қолганини кўрсатади. 1442 ва 1387 $см^{-1}$ соҳалардаги тебранишлар метил ва метилен гуруҳлар мавжудлигини тасдиқлайди. 1250 $см^{-1}$ полоса C–O боғига хос. 1640 $см^{-1}$ атрофида винил гуруҳларига хос ютилиш чизиқларининг кузатилмаганлиги мономер таркибидаги қўшбоғ тўлиқ сополимерланишда иштирок этганини кўрсатади.

Синтез қилинган сополимер концентрациясининг суюқ ювиш композициясининг оқим хусусиятларига таъсири 0,3–0,5 % оралиғида ўрганилди (3-расм). Натижалар сополимер миқдори ошиши билан тизим қовушқоқлиги мунтазам равишда ортишини кўрсатди. Хусусан, 0,3 % да қовушқоқлик тахминан 1950 mPa·s ни, 0,4 % да 2320 mPa·s ни, 0,5 % да эса 2680 mPa·s ни ташкил этди. Бу олинган сополимер ҳатто паст концентрацияларда ҳам юқори қуюқлаштириш қобилиятига эга эканини тасдиқлайди.

ISSN 3030-3907



3-расм — Сополимер концентрациясининг қовушқоқликка таъсири диаграммаси

Келтирилган диаграммада сополимер концентрацияси ошиши билан қовушқоқликнинг барқарор ва деярли чизиқли равишда ортиши аниқ кўринади.

1-Жадвал

40 °C да сақлаш жараёнида турли қуюқлаштирувчилар иштирокида қовушқоқликнинг ўзгариши

Қуюқлаштирувчи	**0 кун**	**30 кун**
Тижорат қуюқлаштиргич Acrysol RM-2020	2450	2180
Сополимер	2680	2520

Кейинги жараёнда сополимер солингандан кейин суюқ ювиш воситаси 40 °C да 0-30 кун мобайнида қуюқлашиш хоссасини ўзгариши текширилди. Сақлаш давомида қовушқоқликнинг бироз камайиши кузатилди, бундай холат полимерли тизимлар учун оддий ҳолат ҳисобланади. Яъни вақт ўтиши билан полимер занжирлари орасидаги ўзаро таъсирлар бироз заифлашади,

ISSN 3030-3907

структура қисман бўшашади ва шу сабаб қовушқоқлик озгина пасаяди. Айниқса 40 °C ҳароратда молекулалар ҳаракати тезлашгани учун бу ҳолат табиий ҳисобланади.

Натижаларга кўра, тижорат қуюқлаштирувчи Acrysol қўлланганда қовушқоқлик 30 кун ичида 2450 mPa·s дан 2180 mPa·s гача тушиб, тахминан 11 % га камайган бўлса синтез қилинган сополимерда эса қовушқоқлик 2680 mPa·s дан 2520 mPa·s гача пасайиб, бор-йўғи 6 % га камайган кузатилди.

2-Жадвал

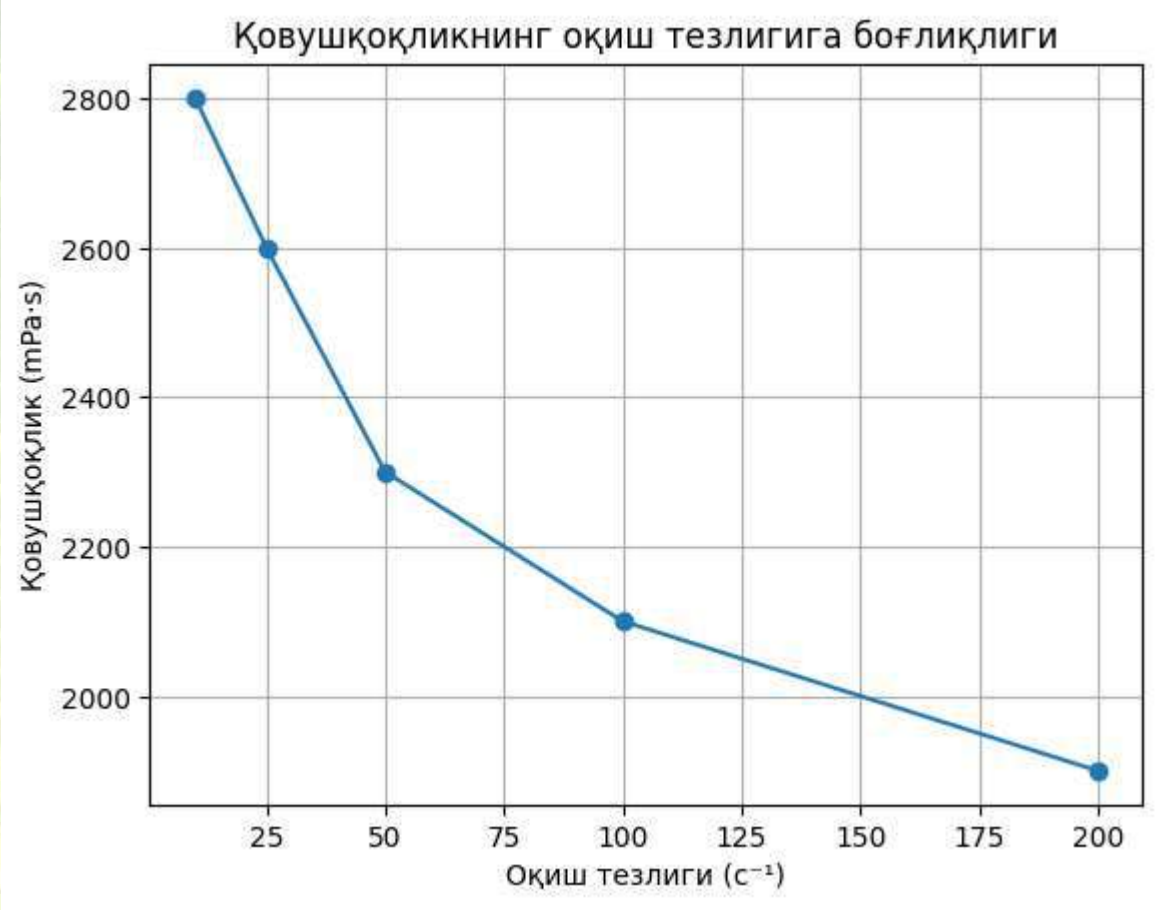
Қуюқлаштирувчи турининг қовушқоқликка таъсири

Намуна	**Қуюқлаштирувчи**	**Қўшишдан олдин (mPa·s)**	**Қўшилгандан кейин (mPa·s)**	**Ўртача қиймат ± SD**
Назорат	—	820	—	820 ± 15
Тижорат қуюқлаштирувчи	Acrysol RM-2020	830	2450	2450 ± 60
Сополимер	IA–MA	825	2680	2680 ± 55

Синтез қилинган сополимернинг юқори самарадорлиги, аввало, унинг кимёвий тузилиши билан боғлиқ. Унинг таркибида икки хил карбоксил функционал гуруҳ мавжуд бўлиб, бу гуруҳлар ювиш композицияси компонентлари билан водород ва ион ўзаро таъсирларга киришади. Натижада макромолекулалар бир-бири билан мустаҳкам боғланиб, янада зич ва барқарор фазовий тўр ҳосил қилади. Бу ҳолат қовушқоқликнинг ортишига ва композициянинг барқарорлигининг яхшиланишига олиб келади.

Сополимер таркибидаги итакон кислотасининг юқори гидрофиллиги ҳам муҳим аҳамиятга эга. У полимер занжирларининг сув билан тўйинишини кучайтиради, натижада эритмада полимер занжирлари шишиб ҳажман катталашади ва бир-бири билан кўпроқ боғланади. Бу эса тузилма ҳосил бўлиш жараёнини жадаллаштириб, тизимнинг қуюқлашиш самарасини янада оширади.Бу ҳолат янги сополимернинг юқори барқарорлигини кўрсатади.

ISSN 3030-3907



4-расм. Сополимерли қўшилганда қовушқоқликнинг суюқлик оқиш тезлигига боғлиқлиги

Келтирилган графикдаги (4-расм) натижаларига кўра, сополимер қўшилган тизимда қовушқоқликнинг суюқлик оқиш тезлигига боғлиқ равишда қандай ўзгаришини кўрсатади. Натижаларга кўра, оқиш тезлиги ошган сари қовушқоқлик мунтазам равишда камайиб боради. Паст тезликда, яъни тахминан 10 $с^{-1}$ атрофида қовушқоқлик энг юқори бўлиб, 2800 mPa·s ни ташкил этади. Бу ҳолатда полимер занжирлари ўзаро боғланган ҳолда ички тузилмани сақлаб туради ва суюқлик оқишига катта қаршилик кўрсатади.

Оқиш тезлиги 25–50 $с^{-1}$ гача оширилганда қовушқоқлик 2600–2300 mPa·s гача пасаяди. Бу жараёнда полимер занжирлари аста-секин оқим йўналиши бўйлаб жойлаша бошлайди ва ички тузилма қисман бузилади. Оқиш тезлиги 100–200 $с^{-1}$ гача етганда эса қовушқоқлик 2100–1900 mPa·s гача тушади, яъни суюқликнинг ҳаракатланиши анча енгиллашади. Демак, тизим тинч ҳолатда анча қуюқ бўлиб, ишлатиш жараёнида осон оқади. Бу хусусият суюқ ювиш воситалари учун жуда муҳим бўлиб, маҳсулотни қўллашни қулайлаштиради ҳамда унинг барқарорлигини таъминлайди.

ISSN 3030-3907

Шунингдек, синтез қилинган сополимер экологик жиҳатдан хавфсиз бўлиб, таркибида токсик компонентлар мавжуд эмас, уни арзон ва мавжуд хом ашёлар асосида олиш мумкин ҳамда маиший кимё учун функционал қўшимчаларга қўйиладиган замонавий талабларга жавоб беради. Коммерция қуюқлаштирувчи ва таклиф этилган сополимернинг физик-кимёвий ҳамда эксплуатацион хусусиятлари бўйича таққослама натижалар 3-жадвалда келтирилган.

3-Жадвал

(Acrysol RM-2020) қуюқлаштирувчи ва синтез қилинган сополимернинг физик-кимёвий ва эксплуатацион хусусиятларини таққослаш

№	Кўрсаткич	Коммерция акрилат қуюқлаштирувчи (Acrysol RM-2020)	Итакон ва (мет)акрил кислоталари асосидаги сополимер
1.	Концентрация, % (масс.)	0,7–1,0	0,3–0,5
2.	25 °C да қовушқоқлик, mPa·s (0,5 %)	2450	2680
3.	Қовушқоқлик ортиши, %	+195	+225
4.	40 °C да 30 кундан кейин қовушқоқлик сақланиши, %	89	94
5.	Қатламланишга мойиллик	Сақлашда кузатилди	Кузатилмади
6.	Электролитларга чидамлилик	Ўртача	Юқори
7.	Ҳарорат барқарорлиги	Қониқарли	Юқори
8.	Экологик хавфсизлик	Чекланган	Юқори
9.	Хом ашё манбаи	Нефткимёвий	Биоасосли қайта тикланувчи

ХУЛОСА.

Ўтказилган лаборатория ва тажриба-саноат тадқиқотлари итакон ва (мет)акрил кислоталари асосида синтез қилинган сополимер суюқ ювиш воситалари учун юқори самарали қуюқлаштирувчи эканини кўрсатди. Сополимер 0,5 % миқдорда қўшилганда суюқ ювиш воситаси қовушқоқлиги 825 mPa·s дан 2680 mPa·s гача ошди, яъни уч баробарга ортди. Acrysol RM-2020 қуюқлаштиргичдан солинганда эса 2450 mPa·s гача оширишга эришилди.

ISSN 3030-3907

40 °C да 30 кунлик тезлаштирилган сақлаш синовларида синтез қилинган сополимер бошланғич қовушқоқликнинг 94 % ини сақлаб қолди (2680 дан 2520 mPa·s гача), Acrysol RM-2020 қуюқлаштиргичда бу кўрсаткич 89 % ни ташкил қилди. Олинган натижалар синтез қилинган сополимернинг юқори самарадорлиги ва рақобатбардошлигини тасдиқлаб, суюқ ювиш воситалари ишлаб чиқаришда саноат миқёсида қўллаш мумкинлигини кўрсатади.

АДАБИЁТЛАР

1. Arisandy C., Schmidt K., Leyrer R. Use of a copolymer as a thickener in liquid detergents with less tendency to graying // Journal of Surfactants and Detergents. – 2011. – Vol. 14. –P.123–130.DOI: 10.1007/s11743-010-1217-2
2. Rosen M.J., Kunjappu J.T. Surfactants and Interfacial Phenomena. – 4th ed. – Wiley,2012. DOI: 10.1002/9781118228920
3. Tadros T.F. Rheology of Dispersions: Principles and Applications. – Wiley-VCH,2010. DOI: 10.1002/9783527632077
4. Barnes H.A. A handbook of elementary rheology. – University of Wales, 2000. DOI: 10.1515/9783110805079
5. Tamareselvi K. Acrylate copolymer thickeners // International Journal of Polymer Science. –2011.–Vol.2011.–P.1–6.DOI: 10.1155/2011/745937
6. Yang Y., Urban M.W. Self-healing polymeric materials // Chemical Society Reviews. – 2013.–Vol.42.–P.7446–7467. DOI: 10.1039/c3cs60109a
7. Zhou Y., Huang X., Chen Y. Associative thickeners in surfactant systems // Colloids and Surfaces A. – 2018. – Vol. 538. – P. 381–388. DOI: 10.1016/j.colsurfa.2017.11.028
8. Kumar N., Mittal K.L. Handbook of Polymer Research: Monomers, Oligomers, Polymers and Composites–CR CPress,2013.DOI: 10.1201/b15472
9. Zhang Y., Liu H. Rheological behavior of polymer thickeners in surfactant systems // Colloids and SurfacesA.–2021.–Vol.614.–126135.DOI: 10.1016/j.colsurfa.2020.126135
10. Patel R., Singh S. Acrylic copolymers as rheology modifiers in detergent formulations // Journal of Surfactants and Detergents. – 2022. – Vol. 25. – P. 145–158.DOI: 10.1002/jsde.12556
11. Wang L., Chen Y. Polymer-based thickeners for liquid detergents: structure and rheology //Polymer.–2023.–Vol.265.–125522. DOI: 10.1016/j.polymer.2022.125522
12. Sharma P., Gupta R. Advances in polymeric rheology modifiers for surfactant systems // Progress in Polymer Science. – 2020. – Vol. 102. – 101210. DOI: 10.1016/j.progpolymsci.2019.101210

ISSN 3030-3907

13. Маткаримова Н.С., Максумова О.С., Таджиева Ш.А. Синтез и исследование акриловых сополимеров на основе дикарбоновых кислот // *Universum: химия и биология*.–2025.–№11(137).URL: https://7universum.com/ru/nature/archive/item/21003 DOI: 10.32743/UniChem.2025.137.11.21003.

14. Маткаримова Н.С., Максумова **О.С.** Синтез сложного эфира на основе биоосновных дикарбоновых кислот и его перспективы // *Universum: химия и биология*. – 2025. – № 12(138). URL:https://7universum.com/ru/nature/archive/item/21414 DOI: 10.32743/UniChem.2025.138.12.21414.

ISSN 3030-3907