

UO‘K: 622.022.612.2

doi 10.70769/3030-3214.SRT.4.1.2026.6

MOYLOVCHI MATERIALLAR UCHUN SIRT FAOL MAODDALAR TARKIBI VA TEXNOLOGIYASI



**Qobilov Nodirbek
Sobirovich**

Katta ilmiy xodim, O‘zbekiston
kimyo farmatsevtika ilmiy tadqiqot
instituti, Toshkent, O‘zbekiston
E-mail: king08@mail.ru



**Tog‘ayev Abror Ikrom
o‘g‘li**

Qarshi davlat texnika universiteti,
dotsent, Qarshi, O‘zbekiston
E-mail:
abrortogayev93@gmail.com



**Olimov Jasurbek To‘lqin
o‘g‘li**

O‘zbekiston kimyo farmatsevtika
ilmiy tadqiqot instituti, tayanch
daktarant, Toshkent, O‘zbekiston



**Ergashev Shuxrat
Jamabayevich**

O‘zbekiston kimyo farmatsevtika
ilmiy tadqiqot instituti, tayanch
daktarant, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya. Ushbu maqolada neft va gaz quduqlarini burg‘ulashda ishlatiladigan moylovchi materiallar uchun yog‘- moy sanoati chiqindilari — pista yog‘i soapstogi asosida olingan sirt faol moddalarning (SFM) fizik-kimyoviy va texnologik xususiyatlari o‘rganildi. Moylovchi materiallar uchun chiqindilarni qayta ishlash orqali arzon, samarali va ekologik xavfsiz SFM turlarini olish hamda ularning asosiy xususiyatlarini aniqlandi. Tadqiqot jarayonida olingan SFM namunalarining sirt tarangligi, fazaviy barqarorligi, reologik xususiyatlari, kimyoviy barqarorligi va emulsiya hosil qilish qobiliyati tahlil qilindi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, yog‘- moy sanoati chiqindilari asosida sintez qilingan SFMlar sirt tarangligini sezilarli darajada pasaytiradi, suv va yog‘ muhitida barqaror emulsiya hosil qiladi hamda yuqori harorat va pH o‘zgarishiga nisbatan barqarorlik ko‘rsatadi. Soapstok asosida olingan SFMlar nafaqat yuqori samarali, balki ekologik toza va iqtisodiy jihatdan maqbul moddalar ekanligi aniqlandi. Ulardan turli sohalarida — tozalovchi vositalar, emulgatorlar, to‘qimachilik va qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini qayta ishlash jarayonlarida foydalanish imkoniyatlari mavjud. Ushbu ish resurs tejamkor texnologiyalar yaratish, sanoat chiqindilarini qayta ishlash va yuqori qo‘shilgan qiymatli mahsulotlar olish sohasida muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: moylovchi materiallar, sirt faol moddalar, eterifikasiya, saponifikasiya, yog‘ kislotalari, ekologik texnologiya.

СОСТАВ И ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Кобилев Нодирбек
Собирович**

Старший научный сотрудник
Узбекского химико-
фармацевтического научно-
исследовательского института,
Ташкент, Узбекистан.

**Тогаев Аброр Икром
угли**

Каршинский государственный
технический университет,
доцент, Карши, Узбекистан

**Олимов Джасурбек
Толкин угли**

Узбекский химико-
фармацевтический научно-
исследовательский институт,
базовый дктарант, Ташкент,
Узбекистан

**Олимов Джасурбек
Толкин угли**

Узбекский химико-
фармацевтический научно-
исследовательский институт,
базовый дктарант, Ташкент,
Узбекистан

Аннотация. В данной статье изучены физико-химические и технологические свойства поверхностно-активных веществ (ПАВ), полученных из отходов масложировой промышленности — подсолнухи— для смазочных материалов, используемых при бурении нефтяных и газовых скважин. Определена возможность получения недорогих, эффективных и экологически чистых типов ПАВ путем переработки отходов в смазочные материалы и определены их основные свойства. Проанализированы поверхностное натяжение, фазовая ста-

бильность, реологические свойства, химическая стабильность и эмульгирующая способность образцов ПАВ, полученных в ходе исследования. Полученные результаты показали, что ПАВ, синтезированные из отходов нефтегазовой промышленности, значительно снижают поверхностное натяжение, образуют стабильные эмульсии в водной и масляной средах, а также устойчивы к высоким температурам и изменениям pH. Установлено, что ПАВ, полученные из мыльного осадка, являются не только высокоэффективными, но и экологически чистыми и экономически приемлемыми веществами. Они имеют потенциальные области применения в различных областях – моющие средства, эмульгаторы, текстильная и сельскохозяйственная промышленность. Данная работа имеет важное научное и практическое значение в области создания ресурсосберегающих технологий, переработки промышленных отходов и получения продукции с высокой добавленной стоимостью.

Ключевые слова: смазочные материалы, поверхностно-активные вещества, этерификация, омыление, жирные кислоты, экологические технологии.

COMPOSITION AND TECHNOLOGY OF SURFACTANTS FOR LUBRICANTS

**Kobilov Nodirbek
Sobirovich**

Senior Researcher, Uzbek Chemical
and Pharmaceutical Research
Institute, Tashkent, Uzbekistan

Togaev Abror Ikrom ugli

Karshi State Technical University,
Associate Professor, Karshi,
Uzbekistan

**Olimov Jasurbek Tulkin
ugli**

Uzbek Chemical-Pharmaceutical
Research Institute, Base Daktarant,
Tashkent, Uzbekistan

**Ergashev Shukhrat
Jamabaevich**

Uzbek Chemical-Pharmaceutical
Research Institute, Base Daktarant,
Tashkent, Uzbekistan

Abstract. This article studies the physicochemical and technological properties of surfactants (SFM) obtained from the waste of the oil and gas industry - pistachio oil soapstock - for lubricating materials used in drilling oil and gas wells. The possibility of obtaining inexpensive, effective and environmentally friendly types of SFM by recycling waste for lubricating materials and their main properties were determined. The surface tension, phase stability, rheological properties, chemical stability and emulsion-forming ability of the SFM samples obtained during the research were analyzed. The results obtained showed that SFMs synthesized from the waste of the oil and gas industry significantly reduce surface tension, form stable emulsions in water and oil environments, and are stable to high temperatures and pH changes. SFMs obtained from soapstock were found to be not only highly effective, but also environmentally friendly and economically acceptable substances. They have potential applications in various fields - detergents, emulsifiers, textile and agricultural product processing. This work is of significant scientific and practical importance in the field of creating resource-saving technologies, processing industrial waste, and obtaining high-value-added products.

Keywords: lubricants, surfactants, etherification, saponification, fatty acids, environmental technology.

Kirish. Neft va gaz quduqlarini burg'ulash uchun moylovchi materiallarning o'rni beqiyosdir. Moylovchi materiallar burg'ulash jarayonida ishqalanishni va burg'ulash jixozlariga tushadigan yuklamani kamaytiradi hamda burg'ulash jixozlarining ishlash muddatini uzaytiradi. Moylovchi materiallar ishlab chiqish uchun yog' moy sanoati chiqindilaridan ham foydalaniladi. Yog'-moy sanoati mamlakat iqtisodiyotining muhim tarmoqlaridan biri bo'lib, u nafaqat oziq-ovqat mahsulotlarini, balki turli texnik va kimyoviy moddalarni ham ishlab chiqarish imkonini beradi.

Biroq bu sohada katta miqdorda chiqindilar hosil bo'ladi.

O'zbekistonda yillik yog'-moy ishlab chiqarish hajmi 350–400 ming tonna atrofida bo'lib, undan taxminan 8–12% soapstok, 3–5% gossipol smolasi va 25–30% shrot chiqindisi ajralib chiqadi. Bu chiqindilarni qayta ishlash asosida qimmatbaho mahsulotlar — xususan, sirt faol moddalar (SFM) olish muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega [1,2].

Adabiyot tahlili va metodlar. Moylovchi materiallar ishlab chiqarishda sirt faol moddalar ham muhim rol o'ynaydi. Sirt faol moddalar

moylovchi materiallarni burg'ulash eritmasida kolloid darajadagi emulsiyalar hosil qilishini ta'minlaydi. Sirt faol moddalar (SFM) – bu organik tabiatli moddalar bo'lib, ular suyuqliklar orasidagi yoki suyuqlik bilan gaz fazasi o'rtasidagi sirt faollik ko'rsatadi. Ular suv va yog', yoki gaz va suyuqlik orasida tuzilma hosil qilib, bu muhitlardagi fizik-kimyoviy jarayonlarga ta'sir ko'rsatadi. SFM molekulasida ikki qismdan: gidrofil (suvni yaxshi qabul qiluvchi) va gidrofob (suvni rad etuvchi, yog'ni jalb qiluvchi) qismlardan iborat bo'ladi. Ana shu ikki qismning mavjudligi sababli ular emulgirlash, namlanish, dispergasiya va adsorbsiya jarayonlarini samarali boshqara oladi [3].

Sirt faol moddalar qishloq xo'jaligi, kimyo, yog'-moy, to'qimachilik, oziq-ovqat, farmasevtika va ekologik tozalash sohalarida keng qo'llaniladi. Masalan, yog'-moy sanoatida ular soapstok, gossipol smolasi va boshqa chiqindilar asosida olinadi va qayta ishlash jarayonlarida emulgator yoki tozalovchi agent sifatida xizmat qiladi.

SFMning faolligi, samaradorligi va ishlash mexanizmi uning fizik-kimyoviy xususiyatlari bilan chambarchas bog'liq. Ularga sirt tarangligi, reologik ko'rsatkichlar (qovushqoqlik, elastiklik), qurish vaqti, fazaviy va kimyoviy barqarorlik kiradi. Bu ko'rsatkichlar SFMning sanoat sharoitida qanchalik samarali ishlashini, fazalarni barqaror saqlay olishini va tashqi omillarga chidamliligini belgilaydi [2,3].

Sirt faol moddalarning fizik-kimyoviy xususiyatlarini o'rganish nafaqat ularning texnologik qiymatini aniqlaydi, balki yangi, resurs tejamkor va ekologik xavfsiz moddalarni yaratish uchun asos bo'ladi. Hozirgi kunda yog'-moy sanoati chiqindilaridan, jumladan gossipol smolasi va soapstok asosida olingan SFM turlari tadqiqotchilarning e'tibor markazida bo'lib, ular nafaqat arzon xom ashyo, balki ekologiya uchun ham foydali manba hisoblanadi.

Shuning uchun SFMning fizik-kimyoviy xususiyatlarini aniqlash, ularni solishtirish va tahlil qilish ilmiy va amaliy jihatdan juda muhim vazifadir. Bu tadqiqot natijalari sanoat ishlab chiqarish jarayonlarini takomillashtirish, mahsulot sifatini oshirish va tabiiy xom ashyodan samarali foydalanish imkonini beradi.

Tadqiqot ob'ekti sifatida paxta yog'i, pista yog'i sanoati chiqindilari — soapstok, natriy

gidroksid, natriy karbonat va boshqa ingredientlar tanlab olindi. Paxta yog'i, pista yog'i sanoati chiqindilari tarkibida yuqori molekulyar yog' kislotalari, gliserin, hamda polifenolli birikmalar mavjud bo'lib, SFM sintezi uchun asosiy xomashyo hisoblanadi.

Olingan natijalar va ularning taxlili. Pista yog'i soapstogi — bu pista yog'ini ishlab chiqarish jarayonidagi yog'li chiqindi bo'lib, asosan sovunlanmagan moddalar, erimaydigan qismlar va eriydigan yog' kislotalari tuzlaridan iborat. Uning tarkibi soya, kungaboqar yoki paxta soapstoklariga o'xshash, ammo pista yog'iga xos moddalar ham mavjud.

Pista yog'i soapstogi yog' kislotalari va sovunlar miqdori yuqori bo'lgani uchun uni qayta ishlash orqali sirt faol moddalar (SFM), emulgatorlar, yoki bioyuvchi yog' kislotalari efirlari olinadi [4].

Quyida pista yog'i soapstogining taxminiy kimyoviy tarkibi keltirilgan:

1-jadval

Pista yog'i soapstogining kimyoviy tarkibi

Komponentlar nomi	O'rtacha miqdori, %	Izohlar
Erkin yog' kislotalari (olein, linol, palmitin va boshqalar)	40–60	Asosiy qism, sovunlanish jarayonida hosil bo'ladi.
Sovunlar (natriy yoki kaliy tuzlari)	15–25	Yog' kislotalarining ishqor bilan reaksiyasi natijasida hosil bo'ladi.
Neytral yog'lar (trigliseridlar)	5–10	To'liq sovunlanmagan qismi.
Fosfolipidlar	2–5	Tabiiy emulgator vazifasini bajaradi.
Sterinlar (kampesterol, sitosterol, xolesterin)	1–3	Biologik faol moddalar

Quyida pista yog'i soapstogining fizik-kimyoviy xususiyatlari 2-jadvalda berilgan.

Pista yog'i soapstogi — yog' kislotalari va sabunlar miqdori yuqori bo'lgan, biologik qimmatli chiqindi hisoblanadi. Uni qayta ishlash orqali bioemulgatorlar, sirt faol moddalar (SFM) va ekologik toza texno-reagentlar tayyorlash mumkin.

2-jadval

Pista yog'i soapstogining fizik-kimyoviy xususiyatlari

№	Ko'rsatkichlar nomi	Qiymati	Izohlar
1	Zichlik (20 °C da) g/sm ³	0,91 – 0,93	Yog'li moddalarga xos
2	Qovushqoqlik (40 °C da) mm ² /s	60 – 90	Yog' kislotalari hisobiga yuqori
3	Kislotalik soni mg KOH/g	60 – 120	Erkin yog' kislotalari miqdori yuqori
4	Sovunlanish soni mg KOH/g	170 – 195	Trigliceridlar miqdoriga bog'liq
5	Yod soni g I ₂ /100 g	80 – 95	Qo'sh bog'li kislotalar ko'p
6	Namlik miqdori, %	5 – 10	Tozalash darajasiga bog'liq
7	Peroksid soni mmol O ₂ /kg	5 – 15	Oksidlanish darajasi ko'rsatkichi
8	Rang (Gardner shkalasi bo'yicha)	10 – 15	Qo'ng'ir yoki qora tusda
9	pH (10% suvli suspenziya)	8 – 10	Sabunlar hisobiga ishqoriy Pista yog'iga xos tarkib muhit
10	Yog' kislotalari asosiy tarkibi	Olein (≈50%), Linol (≈25%), Palmitin (≈10%), Stearin (≈5%)	

SFMning asosiy fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari quyidagilarni o'z ichiga oladi [5, 6, 7, 8]:

1. Sirt tarangligi – SFMning sathidagi molekulalar orasidagi o'zaro ta'sir quvvati bilan bog'liq bo'lgan fizik hodisa. Ya'ni, suyuqlikning sathi uning ichidagi molekulalardan farqlanadi va ba'zi molekulalari havo yoki boshqa muhit bilan aloqada bo'ladi. Sirt tarangligini pasaytirish SFMning samaradorligini ko'rsatadi.

2. Reologik xususiyatlar – moddaning qovushqoqligi va qavatlanish qobiliyati aloxida ahamiyatga ega. SFMning suyuqlikdagi oqishi uning konsentrasiyasi, harorati va molekulyar tarkibiga bog'liq. Yuqori qovushqoqli SFM emulsiyalarni barqaror saqlaydi, past qovushqoqliklari esa tez tarqalib ketadi.

3. Qurish vaqti va barqarorlik – SFMning havo va harorat ta'siridagi uzoq muddatli xususiyatlari bo'lib, uning asosidagi emulsiya, suspenziya yoki qoplama moddaning suyuqlikdan qat'iy holatga o'tish vaqtidir. Qurish vaqti va

barqarorlik SFMning tarkibi, konsentrasiyasi, harorat va muhitning namligiga bog'liq bo'ladi. Barqarorlik – SFMning vaqt o'tishida fizik va ximiyoviy xususiyatlarini saqlab qolish qobiliyatidir.

4. Fazaviy emulsiya qo'llab-quvvatlash qobiliyati – uning asosidagi moddaning yog' va suv fazalarini uzoq vaqt davomida ajralmasdan saqlay olish qobiliyatidir. Suyuqlikdagi yog' tomchilari suvda, yoki suv tomchilari yog'da dispergasiyalangan holatda bo'ladi. SFMning vazifasi – bu dispersiyani barqarorlashtirish va fazalarning ajralib ketishini oldini olishdan iborat bo'ladi. Bu qavat yog' va suv molekulalari orasidagi tortiluvchi kuchlarni yumshatadi, natijada emulsiya barqaror bo'ladi. Molekulalarning gidrofil va gidrofob qismlarida joylashadi.

5. Kimyoviy barqarorlik – rN, harorat va ion konsentrasiyasi o'zgarishiga qaramay saqlab turish qobiliyatidir. SFMning funksional molekulalari (gidrofob va gidrofil guruhlar) kimyoviy ta'sirlarga sezgir bo'ladi. Barqaror SFM turli shart-sharoitlarda o'z ta'sirchanligini yo'qotmaydi. Kislotaga yoki asos muhitida SFMning zarrachasi va molekulalari quvvatini o'zgartirishi mumkin. Barqaror SFM turli rN sharoitda emulsiyani saqlay oladi. Natriy, kaliy, kalsiy kabi ionlar SFMning zarrachalarini agregatsiyaga olib kelishi va faolligini pasaytirishi mumkin. Barqaror SFM ion ta'siridan zarar ko'rmaydi va emulsiyani saqlaydi.

Pista yog'idan olingan SFM quyidagi ko'rsatkichlar bo'yicha tahlili 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval

Pista yog'idan olingan SFM ning fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari

Ko'rsatkichlar	Natijalar
Suv miqdori, %	5–10
Sirt tarangligi, N/m	35–40
Emulsiya barqarorligi, %	95–98
Vodorod ko'rsatkichi (rN)	7–8
Ko'pik hosil qilish qobiliyati, ml	250–300

Sirt faol moddalarning (SFM) ko'pik hosil qilish qobiliyatini aniqlash, bu ularning texnologik va funksional xususiyatlarini baholashda muhim ko'rsatkich hisoblanadi [9, 10, 11, 12]. Quyida aniqlash usulining ketma-ketligi va baholash tartibi keltirilgan:

1. 0,1% konsentrasiyalı eritma tayyorlanadi (1 g SFM → 1 l suvda eritiladi).

2. Silindrga 50 ml eritma quyiladi.

3. Silindr qopqog'i yopiladi va 25 marta tez silkitiladi (yoki maxsus aralashtirgichda aralashtiriladi), ko'pik hosil qilinadi.

4. Ko'pik hosil bo'lgandan keyin umumiy hajm (eritma + ko'pik) shisha devoridagi belgilar bo'yicha aniqlanadi.

5. Ko'pik hosil bo'lgandan keyin 1, 3 va 5 daqiqadan so'ng ko'pik hajmi qayd etiladi.

Barqarorlik darajasi — vaqt o'tishi bilan hajmning kamayish sur'atiga qarab baholanadi.

$$F = V_2 - V_1 \quad (1)$$

bu yerda:

F — ko'pik hosil qilish qobiliyati (ml);

V_2 — ko'pik hosil bo'lgandan keyingi umumiy hajm (ml);

V_1 — boshlang'ich eritma hajmi (ml).

Ko'pik barqarorligi (S):

$$S = V_1 / V_0 \cdot 100\% \quad (2)$$

bu yerda:

V_1 — ma'lum vaqtdagi ko'pik hajmi (5 daqiqa keyin);

V_0 — dastlabki ko'pik hajmi.

Sirt faol moddaning ko'pik xajmini aniqlash 4-jadvalda keltirib o'tilgan.

4-jadval

SFM ning ko'pik xajmining barqarorligi

SFM namunasi	Konsentrasiya (%)	Boshlang'ich hajm (ml)	Ko'pik hajmi (ml) 5 min. keyingi hajm (ml)	Barqarorlik (%)
SFM-1	0.001	5	1	20
	0.01	20	8	40
	0.05	70	55	79
	0.1	95	90	95
	0.5	100	98	98
	1.0	102	100	98

Muhokama. Barqaror ko'pik hosil qiluvchi SFM — suvda yaxshi eriydigan, yuqori molekulyar tuzilishiga ega bo'ladi.

Kichik konsentrasiya ko'pik deyarli yo'q. Konsentrasiya oshgani sari ko'pik hajmi tez ko'payadi va barqarorlik ham yaxshi bo'ladi.

Sirt faol moddalar — bu suyuq yoki dispersiya shaklidagi moddalar bo'lib, ular suv va yog' faza orasidagi faollikni ko'rsatadi. Ularning samaradorligi fizik va ximiyaviy xususiyatlariga, shuningdek, ishlab chiqarish texnologiyasiga bog'liq.

Soapstok asosida olingan sirt faol moddaning texnologiya bosqichlari quyidagilardan iborat:

1. Xomashyoni tayyorlash. Soapstok

suvsizlantiriladi va 100–120°C haroratgacha qizdiriladi.

2. Hosil bo'lgan polimerli yog'li birikmalar NaOH eritmasi bilan ishlov beriladi, natijada sirt faol moddalarning natriy tuzlari hosil bo'ladi.

3. Maxsulotni kukun xolatiga keltirish maqsadida Na_2CO_3 bilan ishlov beriladi va 60–80°C da vakuum ostida quritiladi va qoplarga qadoqlanadi.

4. Tayyor mahsulotni tahlil qilish. Sirt tarangligi aniqlanadi (tomchilarni sanash usuli). Pena hosil qilish qobiliyati, emulsiya barqarorligi va biologik parchalanish darajasi baholanadi.

Yog'-moy sanoati chiqindilarini qayta ishlash orqali olingan sirt faol moddalar nafaqat iqtisodiy jihatdan samarali, balki ekologik barqaror yechim hamdir. Ulardan turli sohalarda — tozalovchi vositalar, emulgatorlar, to'qimachilik va qishloq xo'jaligi mahsulotlarini qayta ishlash jarayonlarida foydalanish mumkin.

Shu bilan birga, tadqiqot natijalari asosida SFMning konsentrasiyasini o'zgartirish orqali uning fizik-kimyoviy ko'rsatkichlarini boshqarish mumkinligi aniqlandi. Bu esa yangi kompozision moddalarni yaratish, resurs tejamkor texnologiyalar ishlab chiqish va chiqindilarni qayta ishlash samaradorligini oshirish imkonini beradi.

Xulosa. Moylovchi materiallar ishlab chiqarishda yog'-moy sanoati chiqindilarini qayta ishlab, ulardan sirt faol moddalar olish ekotexnologik va iqtisodiy jihatdan samarali usul hisoblanadi. Bu texnologiya chiqindilarning atrof-muhitga zararsizlanishini ta'minlab, ularni qayta ishlab chiqarishga yo'naltirish imkonini beradi. Soapstok asosida olingan SFMlar yuqori faollik va barqarorlikka ega bo'lib, import o'rnini bosuvchi mahalliy mahsulot sifatida qimmatli hisoblanadi.

O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida yog'-moy sanoati chiqindilari — jumladan pista yog'i soapstogi asosida olingan sirt faol moddalarning (SFM) fizik-kimyoviy xususiyatlari aniqlandi va ularning texnologik imkoniyatlari tahlil qilindi. Tadqiqot jarayonida aniqlandiki, bu turdagi moddalar tabiiy manbalardan olinishi, arzonligi sababli sanoat miqyosida ishlab chiqarish uchun katta amaliy ahamiyatga ega.

SFMning sirt tarangligini pasaytirish qobiliyati, uning asosiy faollik ko'rsatkichi sifatida eng muhim fizik xususiyat hisoblanadi. Soapstok

asosida olingan namunada sirt tarangligini sezilarli darajada kamaytirishi kuzatildi, bu esa ularning yaxshi emulgirlovchi va namlovchi xususiyatga egaligini ko'rsatdi. Shu bilan birga, olingan

moddalarning reologik va termodinamik barqarorligi, ularning suyuq muhitda uzoq muddatli faolligini ta'minlab berishi aniqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

- [1] Aripov, X. X. (2018). Yog'-moy sanoati kimyosi. Toshkent.
- [2] Jabborov, A. B. (2020). Sirt faol moddalar texnologiyasi. Toshkent.
- [3] Sultanov, Sh. X. (2019). Sirt faol moddalar va ularning sanoatda qo'llanilishi. Toshkent.
- [4] Ro'zmetov, A. R., & Toshpulatov, Sh. B. (2021). Yog'-moy sanoati chiqindilaridan foydalanishning ilmiy asoslari. Toshkent: TIT.
- [5] Xamraev, B. J. (2020). Yog'-moy sanoatidagi chiqindilar va ularni qayta ishlash usullari. Toshkent: TIT.
- [6] Myers, D. (2006). Surfactant science and technology (3rd ed.). Hoboken, NJ: Wiley.
- [7] Paul, D. R., & Moulik, S. P. (2015). Physical chemistry of surfactants. Cham: Springer.
- [8] Kolesnikov, V. V. (2015). Surfactants from natural raw materials. Moscow.
- [9] Tadros, T. F. (2010). Applied surfactants: Principles and applications. Weinheim: Wiley-VCH.
- [10] Omanov, B., & Allanazarova, O. (2024). Etilendan vinilasetatning katalitik sintezi va texnologiyasi. Innovatsion tadqiqotlar zamonaviy dunyoda: nazariya va amaliyot, 3(15), 160–161.
- [11] Togayev, A. (2025). Production of high-activity catalysts for obtaining liquid hydrocarbons from natural gas. Austrian Journal of Technical & Natural Sciences.
- [12] Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. (2022). 638, 1–20.