

UO‘K: 661.185

doi 10.70769/3030-3214.SRT.4.1.2026.7

## YOG‘-MOY SANOATI CHIQINDILARINING FIZIK-KIMYOVIY XUSUSIYATLARI VA ULAR ASOSIDA SIRT FAOL MODDALAR ISHLAB CHIQISH



**Qobilov Nodirbek  
Sobirovich**

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



**Tog‘ayev Abror Ikrom  
o‘g‘li**

Qarshi davlat texnika universiteti,  
dotsent, Qarshi, O‘zbekiston  
E-mail: [abrortogayev93@gmail.com](mailto:abrortogayev93@gmail.com)  
ORCID ID: 0009-0002-6634-5821



**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.** Maqolada yog‘-moy sanoatida hosil bo‘ladigan chiqindilar va ikkilamchi mahsulotlarning fizik-kimyoviy xususiyatlari o‘rganilgan. Ularning tarkibi, qayta ishlash imkoniyatlari hamda ular asosida sirt faol moddalar (SFM) olish usullari tahlil qilingan. Tadqiqot doirasida gossipol smolasi va soapstok asosida olingan sirt faol moddalarning konsentratsiyasi va turiga bog‘liq xususiyatlari aniqlangan. Sirt faol moddalarning samaradorligi ularning konsentratsiyasi va boshqa moddalar bilan o‘zaro ta‘siriga bog‘liqligi ko‘rsatib berilgan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, konsentratsiya ortishi bilan sirt faollikning pasayishi kuzatilgan bo‘lib, bu holat moddaning yuzadagi taqsimlanishi va kimyoviy xususiyatlari bilan izohlanadi. Sirt faol moddalar turli polimer va kimyoviy tizimlarda materiallarni modifikatsiyalash hamda texnologik jarayonlarni samarali optimallashtirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Chiqindilarni ratsional qayta ishlash ekologik muammolarni kamaytirish bilan bir qatorda, import o‘rnini bosuvchi mahalliy sirt faol moddalar ishlab chiqarish imkoniyatini yaratadi.

**Kalit so‘zlar:** yog‘-moy sanoati, sanoat chiqindilari, ikkilamchi mahsulotlar, fizik-kimyoviy xususiyatlar, sirt faol moddalar, gossipol smolasi, soapstok.

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОТХОДОВ МАСЛОЖИРОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ПОЛУЧЕНИЕ НА ИХ ОСНОВЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

**Кобиллов Нодирбек  
Собирович**

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

**Тогаев Абдор Икром  
угли**

Каршинский государственный  
технический университет,  
доцент, Карши, Узбекистан

**Олимов Джасурбек  
Толкин угли**

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

**Эргашев Шухрат  
Джамабаевич**

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

**Аннотация.** В статье исследованы физико-химические свойства отходов и вторичных продуктов, образующихся в масложировой промышленности. Проанализированы их состав, возможности переработки и методы получения поверхностно-активных веществ (ПАВ) на их основе. В рамках исследования изучены свойства поверхностно-активных веществ, полученных на основе госсиполовой смолы и соапстока, в зависимости от их концентрации и типа. Установ-

лено, что эффективность ПАВ определяется их концентрацией и характером взаимодействия с другими веществами. Результаты исследований показали, что с увеличением концентрации наблюдается снижение поверхностной активности, что связано с распределением вещества на поверхности и его химическими свойствами. Поверхностно-активные вещества играют важную роль в модификации материалов и оптимизации технологических процессов в различных полимерных и химических системах. Рациональная переработка отходов не только способствует снижению экологической нагрузки, но и создает возможности для производства отечественных ПАВ, заменяющих импортную продукцию.

**Ключевые слова:** масложировая промышленность, промышленные отходы, вторичные продукты, физико-химические свойства, поверхностно-активные вещества, госсиполовая смола, соапсток.

## PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF OIL AND FAT INDUSTRY WASTES AND PRODUCTION OF SURFACE-ACTIVE AGENTS BASED ON THEM

**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.** The article investigates the physicochemical properties of wastes and secondary products generated in the oil and fat industry. Their composition, processing potential, and methods for producing surface-active agents (surfactants) based on these materials are analyzed. The study examines the properties of surfactants obtained from gossypol resin and soapstock depending on their concentration and type. It was established that the efficiency of surfactants is determined by their concentration and interaction with other substances. The results indicate that an increase in concentration leads to a decrease in surface activity, which is associated with surface distribution characteristics and chemical properties of the substances. Surfactants play a significant role in material modification and effective optimization of technological processes in various polymer and chemical systems. Rational processing of industrial waste not only reduces environmental impact but also creates opportunities for producing domestic surfactants as import-substituting products.

**Keywords:** oil and fat industry, industrial waste, secondary products, physicochemical properties, surfactants, gossypol resin, soapstock.

**Kirish.** O'zbekistonda yog'-moy sanoati mamlakat oziq-ovqat va qayta ishlash tarmoqlarining yetakchi sohalaridan biri hisoblanadi. Respublika hududida "Toshkent yog'-moy kombinati", "Farg'ona yog'-moy zavodi", "Qashqadaryo yog'-moy", "Buxoro yog'-moy", "Qo'qon yog'-moy" hamda "Urganch yog'-moy kombinati" kabi yirik sanoat korxonalari faoliyat yuritmoqda [1,2].

Yog'-moy sanoati chiqindilari yog'larni tozalash, rafinatsiya, gidratatsiya, neytrallash, dezodoratsiya va boshqa texnologik jarayonlar natijasida hosil bo'ladigan yordamchi mahsulotlardan iborat. Ushbu chiqindilar asosan biologik va organik tabiatga ega bo'lib, ularni

yetarli darajada qayta ishlamaslik atrof-muhitga salbiy ta'sir ko'rsatadi [3-5].

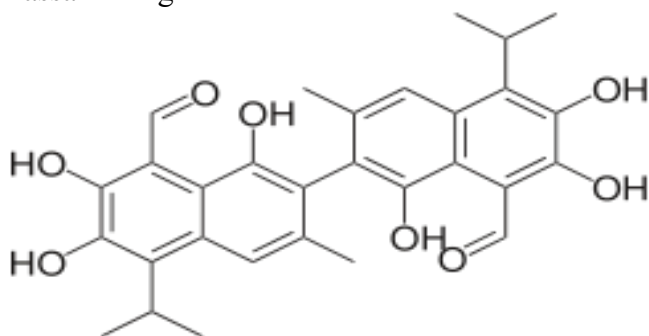
Paxta urug'ini qayta ishlash jarayonida asosiy mahsulot sifatida paxta yog'i olinadi, biroq shu bilan birga katta miqdorda soapstok, gossipol smolasi va boshqa yonma-yon mahsulotlar hosil bo'ladi. Ushbu chiqindilarni maqsadli va samarali qayta ishlash orqali yuqori iqtisodiy hamda ekologik samaradorlikka erishish mumkin. Respublikada har yili minglab tonna paxta yog'i, kunjut, soya, pista va boshqa turdagi o'simlik moylari qayta ishlanadi. Mazkur jarayonlarda soapstok, gossipol smolasi, yog' kislotalari aralashmalari hamda glitserinli suv kabi chiqindilar hosil bo'ladi. Ushbu chiqindilarning katta qismi

qimmatli organik moddalardan iborat bo‘lib, ularni ratsional qayta ishlash muhim iqtisodiy va ekologik ahamiyat kasb etadi.

**Materiallar va uslublar.** Tadqiqotda asosiy xomashyo sifatida gossipol smolasi va soapstokdan, shuningdek, OP-10 tipidagi sirt faol modda hamda ishqoriy reagentlardan foydalanildi. Sirt faol moddalarning fizik-kimyoviy xususiyatlari GOST va API talablari asosida aniqlangan. Bundan tashqari, sirt faol moddalarning konsentratsiyasi va turi sirt faollikka ko‘rsatadigan ta’siri o‘rganildi.

Ekstraksiyadan keyingi yog‘ qoldiqlarini qayta ishlash jarayonida gossipol smolasi hosil bo‘ladi [6,7]. Gossipol smolasi paxta yog‘i ishlab chiqarish jarayonida olinadigan fenolli tabiatga ega polimer modda bo‘lib, u metall ionlari va yog‘ kislotalari bilan reaksiyaga kirishish xususiyatiga ega. Ma’lumotlarga ko‘ra, 1 tonna paxta urug‘idan o‘rtacha 10–15 kg miqdorida gossipol smolasini ajratib olish mumkin.

Gossipol smolasi paxta yog‘i ishlab chiqarishda, xususan, gossipol saqllovchi paxta urug‘idan yog‘ olish jarayonida hosil bo‘ladigan yog‘simon chiqindi hisoblanadi. Ushbu modda kimyoviy tarkibiga ko‘ra gossipol ( $C_{30}H_{30}O_8$ ) deb ataluvchi polifenolik birikmaning smolasimon shaklidir. Gossipol smolasi qora-qo‘ng‘ir yoki to‘q jigarrang rangli, yopishqoq va qattiq yog‘simon modda bo‘lib, qizdirilganda o‘tkir hidli, yopishqoq massa holatiga o‘tadi.



**1-rasm. Gossipol smolasining kimyoviy tuzilishi.**

Soapstok — yog‘- moy sanoatida suyuq moylarni qayta ishlash, xususan, neytrallash jarayonida hosil bo‘ladigan ikkilamchi mahsulot bo‘lib, asosan erkin yog‘ kislotalari, glitserinli suv hamda turli organik aralashmalardan tashkil topadi. U odatda qo‘ng‘ir yoki sariq rangli, yog‘simon, quyuq massa holatida bo‘ladi. Soapstokning tarkibi, odatda, erkin yog‘ kislotalari (45–65%), glitserin

(5–10%), fosfatidlar (2–4%), neytrallanmagan moy qoldiqlari hamda mexanik aralashmalardan iborat bo‘ladi. Ma’lumotlarga ko‘ra, 1 tonna paxta urug‘ini qayta ishlash jarayonida o‘rtacha 8–12 kg soapstok hosil bo‘ladi. Uning tarkibidagi erkin yog‘ kislotalari sirt faol moddalar ishlab chiqarish uchun muhim xomashyo hisoblanadi [8–10].

Soapstok moyni qayta ishlash jarayonining quyidagi bosqichlarida hosil bo‘ladi: moyni natriy gidroksid ( $NaOH$ ) bilan neytrallash orqali erkin yog‘ kislotalarini ajratish; sovunli qatlamning hosil bo‘lishi; hosil bo‘lgan sovunni moydan ajratish jarayonida qo‘shimcha suyuq qatlam sifatida ajralib chiqishi. Ushbu jarayonda moy tarkibidagi erkin yog‘ kislotalari natriy gidroksid bilan reaksiyaga kirishib, sovun hosil qiladi:



Hosil bo‘lgan sovunli qatlam suv bilan birga moydan ajratilib, soapstok deb ataladi.

Soapstokning tarkibi va fizik-kimyoviy xususiyatlari qayta ishlanayotgan moy turiga hamda texnologik ishlov berish sharoitlariga bog‘liq bo‘ladi. Soapstokning o‘rtacha tarkibi va asosiy fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval.

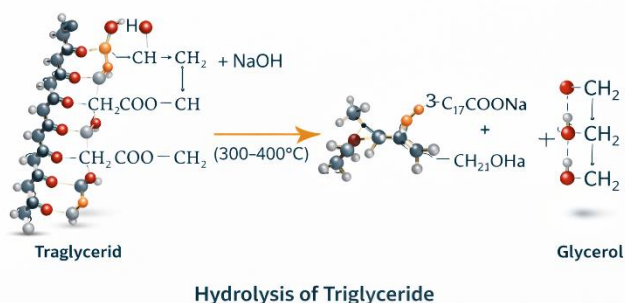
**Soapstokning tarkibi**

Komponentlar	Miqdori, % (mass.)
Erkin yog‘ kislotalari (olein, linol, stearin va boshqalar)	40–65
Sovunlar (natriy yoki kaliy tuzlari)	5–15
Gliserin	5–10
Fosfatidlar va oqsil moddalar	2–4
Suv	15–25
Mexanik aralashmalar	1–3

Soapstokning kimyoviy xususiyatlari, avvalo, uning sirt faolligi bilan tavsiflanadi. Sovunlar va erkin yog‘ kislotalari mavjudligi tufayli soapstok suv–moy tizimlarida barqaror emulsiyalar hosil qilish qobiliyatiga ega. Uning reaksiyon faolligi tarkibidagi karboksil ( $-COOH$ ) va glitserin molekulasidagi gidroksil ( $-OH$ ) guruhlar bilan bog‘liq bo‘lib, ular ishtirokida efirlash va boshqa kimyoviy reaksiyalarni amalga oshirish mumkin. Bundan tashqari, soapstok natriy ( $Na^+$ ), kaliy ( $K^+$ ) hamda kalsiy ( $Ca^{2+}$ ) ionlari bilan o‘zaro ta’sirlashib, kompleks birikmalar hosil qilish xususiyatiga ega.

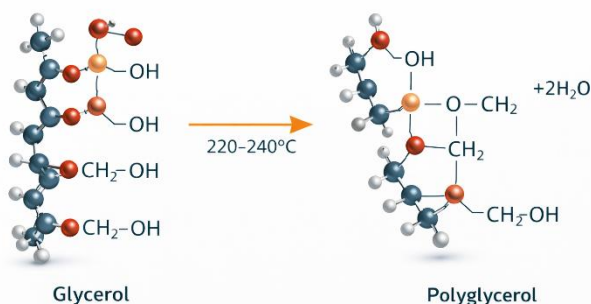
Yog‘- moy sanoati korxonalarida soapstok hosil bo‘lishi va keyingi qayta ishlash jarayonlarida

yuqori harorat sharoitida ( $300\text{--}400^{\circ}\text{C}$ ) yakuniy mahsulotning gidrolizi sodir bo'lib, natijada yog' kislotalari va glitserin ajralib chiqadi.



**2-rasm. Soapstok tarkibidagi triglitseridlarning ishqoriy gidrolizi natijasida sovun va glitserin hosil bo'lish reaksiyasi.**

Soapstokni  $180\text{--}200^{\circ}\text{C}$  haroratga sovutganda, reaksiya natijasida trimer hosil bo'ladi.



**3-rasm. Glitserinning termik dehidratatsiyasi natijasida poliglitserol hosil bo'lish reaksiyasi.**

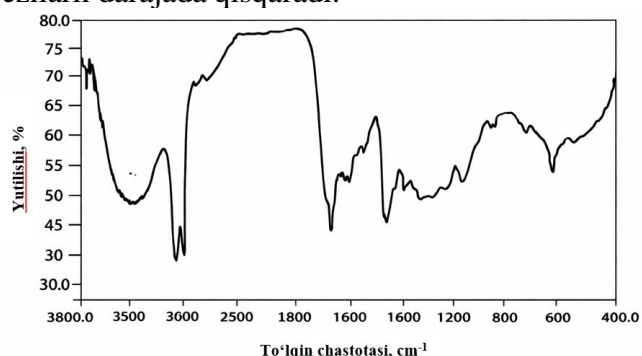
Polimer (trimer) hosil bo'lgandan so'ng, glitserin stearin kislotasi bilan efirlash reaksiyasiga kirishib, molekulasida ikki dona gidroksil guruhi saqlagan glitserin distearatini hosil qiladi. Ushbu birikma sirt faol moddalar sintezida muhim oraliq mahsulot hisoblanadi.

Mazkur usul asosida sirt faol moddalar tayyorlanganda, tarkibidagi polimer komponentlar va yog' kislotalarining natriy tuzlari kalsiy hamda magniy ionlari ta'siriga nisbatan yuqori chidamlilikni ta'minlaydi. Natijada strukturani barqarorlashtiruvchi va shakllantiruvchi xususiyatlar yuzaga keladi.

### **Olingan natijalar va ularning muhokamasi**

Yog'-moy sanoati korxonalarida hosil bo'ladigan chiqindilarni qayta ishlash natijasida quyidagi ijobiy samaralarga erishildi:

- chiqindilar miqdori 20–25 % ga qisqaradi;
- qo'shimcha iqtisodiy qiymatga ega mahsulotlar olinadi;
- atrof-muhitga chiqariladigan chiqindilar hajmi kamayadi;
- sirt faol moddalar importiga bo'lgan ehtiyoj sezilarli darajada qisqaradi.



**4-rasm. Gossipol smolasining IQ-spektrda ko'rinishi.**

Gossipol smolasining asosiy tarkibiy qismlari erkin yog' kislotalari (olein, linol, palmitin), sterinlar va mum (vosk) moddalar, fosfolipidlar, oqsil qoldiqlari hamda smolasimon organik birikmalar — polifenollardan iborat. Gossipol smolasidagi funksional guruhlarini aniqlash maqsadida infraqizil (IQ) 4iologic tahlil qo'llanildi. Olingan natijalarga ko'ra,  $3200\text{--}3600\text{ cm}^{-1}$  diapazonda kuzatilgan 4iologic4 yutilish cho'qqilari gidroksil ( $-\text{OH}$ ) guruhlarining mavjudligini ko'rsatadi.  $1700\text{--}1750\text{ cm}^{-1}$  oralig'ida aniqlangan aniq signal keton yoki aldegid guruhlariga xos bo'lib, karbonil birikmalar mavjudligini tasdiqlaydi.  $2800\text{--}3000\text{ cm}^{-1}$  diapazondagi signallar metil ( $-\text{CH}_3$ ) va metilen ( $-\text{CH}_2-$ ) guruhlariga tegishlidir. Aromatik halqalarga xos bo'lgan  $\text{C}=\text{C}$  bog'lanishlarining yutilish signallari  $1500\text{--}1600\text{ cm}^{-1}$  oralig'ida kuzatilib, bu fenol va 4iologic tuzilmalarning mavjudligini ko'rsatadi. Fenol guruhlariga xos yutilishlar esa  $1000\text{--}1300\text{ cm}^{-1}$  diapazonda aniqlangan.

Gossipol smolasi qisman kislotali muhitga ega bo'lib, uning pH qiymati taxminan 5,5–6,0 oralig'ida bo'ladi. U ishqorlar bilan reaksiyaga kirishib, gossipolat tuzlarini hosil qiladi hamda



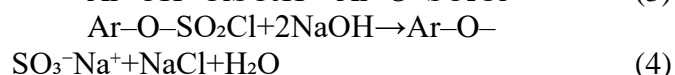
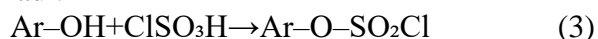
yuqori oksidlanish faolligi bilan tavsiflanadi. Havoda saqlanganda rangining qorayishi uning oksidlanishga moyilligini ko'rsatadi. Shu bilan birga, polifenolli tuzilishga ega bo'lgani sababli 5iologic smolasi antioksidant xususiyatlarga ham ega. Uni qayta ishlash natijasida polimer materiallar, laklar, yopishqoq moddalar hamda 5iologic faol birikmalar olish mumkin.

Gossipol smolasi tarkibida tabiiy polifenolli birikmalar, yog' kislotalari, shuningdek, polyar (–OH, –COOH) va nopolyar (uglevodorod zanjirlari) guruhlarning mavjudligi uni sirt faol moddalar olish uchun istiqbolli xomashyo sifatida tavsiflaydi [11,12].

Gossipol smolasidan sirt faol moddalar olish jarayoni asosan eterifikatsiya reaksiyalari orqali amalga oshiriladi. Bunda 5–10 % konsentratsiyali natriy gidroksid (NaOH) yoki kaliy gidroksid (KOH) eritmalari tayyorlanib, reaksiya 80–90 °C haroratda 1–2 soat davomida aralashtirish sharoitida olib boriladi. Ushbu jarayonda yog' kislotalari va fenol birikmalar mos ravishda natriy yoki kaliy tuzlariga aylanadi:



Shuningdek, sulfonatlash va gidroliz jarayonlari quyidagi reaksiyalar orqali amalga oshiriladi:



3-jadval

**Gossipol smolasidan sirt faol moddasi olish jarayonlari**

Bosqichlar	Xom-ashyo	Miqdori	Temperatura	Vaqt	Izohlar
Saponifikatsiya (tozalash)	Gossipol smolasi	100 g	80–90°C	1–2 soat	Smola moylar va efirlardan tozalanadi, fenollar reaksiyon holatga o'tadi
	NaOH (5% eritma)	10 g NaOH + 200 ml suv			Yog' kislotalari natriy tuzlariga aylanadi
Sulfonatizatsiya (anionogen SFM)	Tozalangan gossipol	100 g	0–5°C (qo'shish) → 20–25°C (reaksiya)	1–2 soat	–SO <sub>3</sub> <sup>–</sup> Na <sup>+</sup> guruhlari hosil bo'ladi
	ClSO <sub>3</sub> H (xlorosulfon kislotasi)	10.8 g	0–5°C		Sulfonatlash
Neytrallashtirish	NaOH (5%)	5.6 g + 150 ml suv	20–25°C	30–60 daqiqa	–SO <sub>2</sub> Cl gidrolizlanib –SO <sub>3</sub> <sup>–</sup> Na <sup>+</sup> shakliga o'tadi

Yog'–moy sanoati korxonalarida hosil bo'ladigan chiqindilarni qayta ishlash natijasida chiqindilar miqdori 20–25% ga qisqaradi, qo'shimcha iqtisodiy qiymatga ega mahsulotlar olinadi, atrof-muhitga chiqariladigan chiqindilar hajmi kamayadi hamda sirt faol moddalar importiga bo'lgan ehtiyoj sezilarli darajada kamayadi.

Gossipol smolasidan sirt faol moddalar olish

jarayonining bosqichma-bosqich texnologik ketma-ketligi 3-jadvalda keltirilgan.

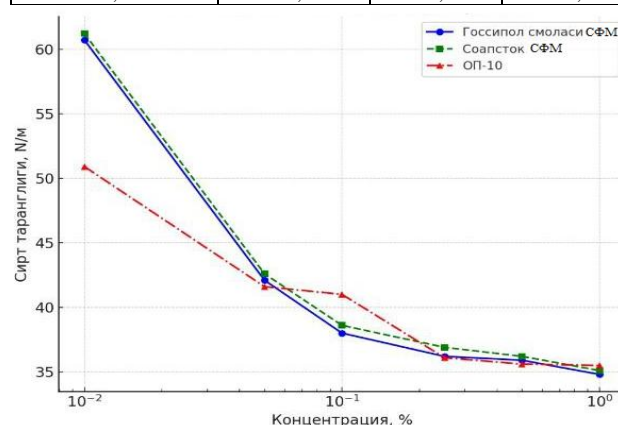
Gossipol smolasi emulgator sifatida neft sanoatida yog'–suv emulsiyalarini barqarorlashtirishda, detergent va yuvuvchi vosita sifatida sanoat uskunalarini yuvish hamda tozalash jarayonlarida qo'llanilishi mumkin. Shuningdek, u polimer va bo'yoq sanoatida tarkibiy komponent sifatida, shuningdek, foydali qazilmalardan metallarni ajratib olish jarayonlarida flotoreagent sifatida foydalanish imkoniyatiga ega.

Gossipol smolasi va soapstok asosida olingan sirt faol moddalar hamda sanoatda keng qo'llaniladigan OP-10 sirt faol moddasining sirt tarangligi xossalari o'rganildi. Olingan tajriba natijalari 4-jadvalda keltirilgan.

4-jadval.

**Gossipol smolasi va soapstok asosida olingan sirt faol moddalar hamda OP-10 ning sirt tarangligi**

Konsentratsiya	Sirt tarangligi, N/m		
	Gossipol smolasi asosidagi SFM	Soapstok asosidagi SFM	OP-10
0,01	60,7	61,2	50,9
0,05	42,1	42,6	41,6
0,10	38,0	38,6	41,0
0,25	36,2	36,9	36,1
0,5	35,9	36,2	35,6
1,0	34,8	35,1	35,5



**5-rasm. Gossipol smolasi, soapstok asosida olingan sirt faol moddalar va OP-10 ning sirt tarangligi.**

5-rasmdan ko'rinib turibdiki, ishlab chiqilgan sirt faol moddalarning konsentratsiyasi ortishi bilan sirt tarangligi pasayadi. Bu holat moddalarning fazalar chegarasidagi taqsimlanishi va ularning molekulyar tuzilishiga xos xususiyatlari bilan izohlanadi. Sirt faol moddalar turli materiallar

yuzasi bilan fizik va kimyoviy o'zaro ta'sirga kirishib, ularning texnologik hamda funksional xususiyatlarini sezilarli darajada yaxshilaydi. Gossipol smolasi va soapstok kabi xomashyolardan olingan sirt faol moddalarning konsentratsiyasi va turi ularning ishlash samaradorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

**Xulosa.** Gossipol smolasi va soapstokdan sirt faol moddalar olish nafaqat sanoat chiqindilarini qayta ishlash, balki qimmatli kimyoviy mahsulotlar sintez qilishning samarali usuli hisoblanadi. Ushbu jarayonda saponifikatsiya, sulfonatlash hamda noionogen etoksillash usullaridan foydalaniladi. Olingan sirt faol moddalar sanoatda emulgator,

detergent va flotoreagent sifatida keng qo'llanilish imkoniyatiga ega.

Shu bilan birga, gossipol smolasi va soapstok asosida olingan sirt faol moddalar iqtisodiy jihatdan foydali bo'lishi bilan bir qatorda, ekologik ahamiyatga ham ega bo'lib, sanoat chiqindilarini qimmatli resursga aylantirish imkonini beradi. Infraqizil (IQ) spektral tahlil natijalariga ko'ra, gossipol smolasi tarkibida gidroksil, karbonil, aromatik va fenol funksional guruhlar mavjudligi aniqlangan. Ushbu ma'lumotlar uning kimyoviy faolligi hamda sirt faol modda sifatidagi yuqori potensialini baholashda muhim ahamiyat kasb etadi.

#### **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI**

- [1] Ахмедов, М. А. (2021). Ёғ-мой саноатида чиқиндиларни қайта ишлаш технологияси. Тошкент.
- [2] Хамраев, А., ва бошқалар. (2020). Пахта уруғидан олинадиган маҳсулотлар кимёвий таҳлили. Самарқанд.
- [3] Ахмадов, Ш. М. (2018). Госсипол ва унинг қўлланилиши. Тошкент.
- [4] Каримов, Ф. А. (2020). Полимерли модификаторлар ва сирт фаол моддалар. Самарқанд.
- [5] Zokirov, D. (2021). Soapstock and cottonseed resin in industrial applications. Tashkent: Science Press.
- [6] Шарипов, У. (2023). Соапсток ва госсипол асосида биосирт фаол моддалар олиш усуллари. ЎзКимЁж, (3).
- [7] Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). Cottonseed processing data. FAO Bulletin.
- [8] Uzbekneftegaz. (2024). Natural surfactants from vegetable oil by-products (Scientific reports).
- [9] Petrov, A., & Ivanov, B. (2019). Surface active agents from cottonseed residues. Journal of Applied Chemistry, 92(4), 512–520.
- [10] Smith, J., & Brown, L. (2017). Infrared spectroscopy of natural resins. Analytical Methods, 9, 101–110.
- [11] Khalikov, R., & Yusupov, T. (2022). Chemical and physical properties of cottonseed gossipol. Uzbek Chemical Journal, 45(2), 34–42.
- [12] Omanov, B., & Allanazarova, O. (2024). Etilendan vinilasetatning katalitik sintezi va texnologiyasi. Инновационные исследования в современном мире: теория и практика, 3(15), 160–161.
- [13] Togayev, A. (2025). Production of high-activity catalysts for obtaining liquid hydrocarbons from natural gas. Austrian Journal of Technical & Natural Sciences.
- [14] ASTM International. (2017). ASTM D5712-17: Standard test method for surface active materials in oils. ASTM.