

ISSN 2306-7365 (Print)
ISSN 2664-0686 (Online)
Индекс 75637
DOI prefix: 10.47526

ҚОЖА АХМЕТ ЯСАУИ АТЫНДАҒЫ
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҚАЗАҚ-ТҮРІК УНИВЕРСИТЕТИ

HOCA AHMET YESEVI
ULUSLARARASI TÜRK-KAZAK ÜNİVERSİTESİ



1150 жыл
Әл-Фарабидің мерейтойы



175 жыл
Абай Құнанбайұлының
мерейтойы

YESEVI
ÜNİVERSİTESİ
HABARŞISI
Bilimsel Dergisi

ЯСАУИ
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ
№3 (117) 2020
шілде-тамыз-қыркүйек

БАС РЕДАКТОР

биология ғылымдарының докторы, профессор
АБДРАСИЛОВ БОЛАТБЕК СЕРІКБАЙҰЛЫ

YAYIN YÖNETMENİ

Prof. Dr.

ABDRASILOV BOLATBEK SERIKBAYULI

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

доктор биологических наук, профессор
АБДРАСИЛОВ БОЛАТБЕК СЕРИКБАЕВИЧ

CHIEF EDITOR

Professor, Doctor of Biological Sciences
ABDRASSILOV BOLATBEK SERIKBAYEVICH

Индекстеледі/Tarama indeksli/ Индексируется/ Scanned indexes:
Index Copernicus, Directory of Research Journals Indexing

INDEX COPERNICUS
INTERNATIONAL

 Directory of
Research Journal
Indexing

ҚҰРЫЛТАЙШЫ:

Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті

Журнал Қазақстан Республикасының Баспасөз және бұқаралық ақпарат істері жөніндегі ұлттық агенттігінде 1996 жылғы 8 қазанда тіркеліп, Қазақстан Республикасы Инвестициялар және даму министрлігі Байланыс, ақпараттандыру және ақпарат комитетінің №232-Ж куәлігі берілген.

Шығу жиілігі: 3 айда 1 рет. МББ тілі: қазақша, түрікше, ағылшынша, орысша. Тарату аумағы: Қазақстан Республикасы, алыс және жақын шетел. **Индекс №75637**. Журнал 2013 жылдың қаңтар айынан бастап Париж қаласындағы ISSN орталығында тіркелген. **ISSN 2306-7365 (Print), ISSN 2664-0686 (Online)**.

Ғылыми еңбектің негізгі нәтижелерін жариялау үшін Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Білім және ғылым саласындағы бақылау Комитетінің 2018 жылдың 11 желтоқсандағы №1945 және 14 желтоқсандағы №1992 бұйрықтарымен журнал Комитет ұсынатын ғылыми басылымдар тізіміне Философия, Тарих, Педагогика және Филология бағыттары бойынша енгізілді.

KURUCU:

Hoca Ahmet Yesevi Uluslararası Türk-Kazak Üniversitesi

Dergi 8 Ekim 1996'da Kazakistan Cumhuriyeti Basın ve Medya İletişim Ajansı tarafından tescillenmiş, Kazakistan Cumhuriyeti Yatırım ve Gelişim Bakanlığının, İletişim, Bilişim ve Bilgilendirme Komitesinin 232-J numaralı kimliği verilmiştir. Yayın Süresi: 3 ayda 1 defadır. Süreli Basın Yayın Dili: Kazakça, Türkçe, İngilizce ve Rusça. Dağıtım Bölgesi: Kazakistan Cumhuriyeti, uzak ve yakın yabancı ülkeler. **İndeks: 75637**. Dergi, Ocak 2013'ten bu yana Paris'teki ISSN Merkezi'nde kayıtlıdır. **ISSN 2306-7365 (Print), ISSN 2664-0686 (Online)**.

Bu dergi, Kazakistan Cumhuriyeti Eğitim ve Bilim Bakanlığı'nın 11/12/2018 tarih ve 1945 sayılı kararı ile 14/12/2018 tarih ve 1992 nolu kararı çerçevesinde Felsefe, Tarih, Pedagoji ve Filoloji alanlarında KC EBB tarafından tavsiye edilen bilimsel dergiler listesine dahil edilmiştir.

УЧРЕДИТЕЛЬ:

Международный казахско-турецкий университет имени Ходжа Ахмеда Ясави

Журнал зарегистрирован в Национальном агентстве по делам печати и массовой информации Республики Казахстан 8 октября 1996 года. Комитетом связи, информатизации и информации Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан выдано свидетельство №232-Ж.

Периодичность издания: 1 раз в 3 месяца. Язык ППИ: казахский, турецкий, английский, русский. Территория распространения: Республика Казахстан, дальнее и ближнее зарубежье. **Индекс №75637**.

Журнал с января 2013 года был зарегистрирован в Центре ISSN в городе Париже.

ISSN 2306-7365 (Print), ISSN 2664-0686 (Online).

Приказами Комитета по контролю в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан от 11 декабря 2018 года №1945 и от 14 декабря 2018 года №1992 журнал включен в перечень научных изданий в области Философии, Истории, Педагогике и Филологии, рекомендуемых Комитетом.

FOUNDER:

Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University

The Journal was registered by the Communication, Informatization and Information Committee Periodical press and information agency of the Republic of Kazakhstan on October 8, 1996, Ministry of Investment and Development of the Republic of Kazakhstan issued a certificate № 232-G. Publication: 1 time in 3 months. Language PPP: Kazakh, Turkish, English, Russian. Territory of distribution: the Republic of Kazakhstan, near and far abroad. **Index №75637**.

The journal has been registered since January 2013 at the ISSN Center in Paris.

ISSN 2306-7365 (Print), ISSN 2664-0686 (Online).

Pursuant to the Order of the Committee for Control in Education and Science of the Republic of Kazakhstan dated December 11, 2018 №1945 and December 14, 2018 №1992, the journal is included in the list of scientific publications in the field of Philosophy, History, Pedagogy and Philology, recommended by the Committee.

Бас редактордың орынбасары

педагогика ғылымдарының докторы, профессор Беркимбаев К.М.

Бас редактордың орынбасары

доцент, Ph.D. Пилтен Пусат

Жауапты хатшы

философия ғылымдарының кандидаты, доцент Балтабаева А.Ю.

РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА

Жұрынов Мұрат	- ҚР ҰҒА президенті, академик /Қазақстан/
Демиркөз Мелаяхат Білге	- профессор, доктор /Түркия/
Гржибовский Андрей	- м.ғ.д., профессор /Норвегия/
Капилла Хосе Э.	- профессор, доктор /Испания/
Корнилов Виктор	- п.ғ.д., профессор /Ресей/
Мырзақұлов Рэтбай	- ф.-м.ғ.д., профессор /Қазақстан/
Мейер Бургхард	- профессор, доктор /Германия/
Турметов Батирхан	- ф.-м.ғ.д., профессор /Қазақстан/
Ташпынар Мехмет	- профессор, доктор /Түркия/
Сагироғлу Шереф	- профессор, доктор /Түркия/

РЕДАКЦИЯЛЫҚ КЕҢЕС

Ақбасова Аманкүл	- техн.ғ.д., профессор /Қазақстан/
Акйол Хаяти	- профессор, доктор /Түркия/
Атемова Қалипа	- п.ғ.д., профессор /Қазақстан/
Бұлбұл Ибрагим	- профессор, доктор /Түркия/
Булуч Бекир	- профессор, доктор /Түркия/
Батырбаев Нұрлан	- з.ғ.к., доцент /Қазақстан/
Гелишли Юджел	- профессор, доктор /Түркия/
Ергөбек Құлбек	- ф.ғ.д., профессор /Қазақстан/
Есімова Шолпан	- э.ғ.д., профессор /Қазақстан/
Жетібаев Көпжасар	- т.ғ.к., доцент /Қазақстан/
Жетпісбаева Бахытгүл	- п.ғ.д., профессор /Қазақстан/
Йылдыз Мұса	- профессор, доктор /Түркия/
Мырзалиев Бораш	- э.ғ.д., профессор /Қазақстан/
Томар Женгиз	- профессор, доктор /Түркия/
Торыбаева Жәмила	- п.ғ.д., профессор /Қазақстан/
Умбетов Өмірбек	- техн.ғ.д., профессор /Қазақстан/
Ұзақбаева Сақыпжамал	- п.ғ.д., профессор /Қазақстан/
Ыдырыс Серікбай	- э.ғ.д., профессор /Қазақстан/

Yayın Yönetmen Yardımcısı
Prof. Dr. Berkimbayev K.M.
Yayın Yönetmen Yardımcısı
Doç. Dr. Pilten Pusat
Yayın Kurulunun Sorumlu Sekreteri
Doç. Dr. Baltabayeva A.Y.

DANIŞMA KURULU

Jurnov Murat	- Prof. Dr. /Kazakistan/
Demirköz Melahat Bilge	- Prof. Dr. /Türkiye/
Grjibovskiy Andrey	- Prof. Dr. /Norveç/
Kapilla Jose E.	- Prof. Dr. /İspanya/
Kornilov Viktor	- Prof. Dr. /Rusya/
Myrzakulov Ratbay	- Prof. Dr. /Kazakistan/
Meyer Burghard	- Prof. Dr. /Almanya/
Turmetov Batırhan	- Prof. Dr. /Kazakistan/
Taşpınar Mehmet	- Prof. Dr. /Türkiye/
Sağiroğlu Şeref	- Prof. Dr. /Türkiye/

EDİTÖR KURULU

Akbasova Amankül	- Prof. Dr. /Kazakistan/
Akyol Hayati	- Prof. Dr. /Türkiye/
Atemova Kalipa	- Prof. Dr. /Kazakistan/
Bülbül İbrahim	- Prof. Dr. /Türkiye/
Buluç Bekir	- Prof. Dr. /Türkiye/
Batirbayev Nurlan	- Doç. Dr. /Kazakistan/
Gelişli Yücel	- Prof. Dr. /Türkiye/
Ergöbek Kulbek	- Prof. Dr. /Kazakistan/
Esimova Şolpan	- Prof. Dr. /Kazakistan/
Jetibayev Köpjasar	- Doç. Dr. /Kazakistan/
Jetpisbayeva Bahtıgül	- Prof. Dr. /Kazakistan/
Yıldız Musa	- Prof. Dr. /Türkiye/
Myrzaliyev Boraş	- Prof. Dr. /Kazakistan/
Tomar Cengiz	- Prof. Dr. /Türkiye/
Toribayeva Jamila	- Prof. Dr. /Kazakistan/
Umbetov Ömirbek	- Prof. Dr. /Kazakistan/
Uzabayeva Sahıpjamal	- Prof. Dr. /Kazakistan/
Idırıs Serikbay	- Prof. Dr. /Kazakistan/

Заместитель главного редактора
доктор педагогических наук, профессор Беркимбаев К.М.

Заместитель главного редактора
доцент, Ph.D. Пилтен Пусат

Ответственный секретарь
кандидат философских наук, доцент Балтабаева А.Ю.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Журинов Мурат	- президент НАН РК, академик /Казахстан/
Демиркоз Мелаяхат Билге	- профессор, доктор /Турция/
Гржибовский Андрей	- д.м.н., профессор /Норвегия/
Капилла Хосе Э.	- профессор, доктор /Испания/
Корнилов Виктор	- д.п.н., профессор /Россия/
Мирзакулов Ратбай	- д.ф.-м.н., профессор /Казахстан/
Мейер Бургхард	- профессор, доктор /Германия/
Турметов Батирхан	- д.ф.-м.н., профессор /Казахстан/
Ташпынар Мехмет	- профессор, доктор /Турция/
Сагироглу Шереф	- профессор, доктор /Турция/

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Акбасова Аманкул	- д.техн.н., профессор /Казахстан/
Акйол Хаяти	- профессор, доктор /Турция/
Атемова Калипа	- д.п.н., профессор /Казахстан/
Булбул Ибрагим	- профессор, доктор /Турция/
Булуч Бекир	- профессор, доктор /Турция/
Батырбаев Нурлан	- к.ю.н., доцент /Казахстан/
Гелишли Юджел	- профессор, доктор /Турция/
Ергобек Кулбек	- д.ф.н., профессор /Казахстан/
Есимова Шолпан	- д.э.н., профессор /Казахстан/
Жетибаев Копжасар	- к.и.н., доцент /Казахстан/
Жетписбаева Бахытгул	- д.п.н., профессор /Казахстан/
Йылдыз Муса	- профессор, доктор /Турция/
Мырзалиев Бораш	- д.э.н., профессор /Казахстан/
Томар Женгиз	- профессор, доктор /Турция/
Торыбаева Жамила	- д.п.н., профессор /Казахстан/
Умбетов Умирбек	- д.техн.н., профессор /Казахстан/
Узакбаева Сахипжамал	- д.п.н., профессор /Казахстан/
Ыдырыс Серикбай	- д.э.н., профессор /Казахстан/

Deputy chief editor

Professor, Doctor of Pedagogical Sciences Berkimbayev K.M.

Deputy chief editor

Associate Professor, Ph.D. Pilten Pusat

Responsible secretary

Associate Professor, Ph.D. Baltabayeva A.Yu.

EDITORIAL BOARD

Zhurynov Murat	- President of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, academician /Kazakhstan/
Demirkoz Melahat Bilge	- Professor, Doctor /Turkey/
Grijibovsky Andrey	- Doctor of Medical Sciences, Professor /Norway/
Kapilla Hose	- Professor, Doctor /Spain/
Kornilov Viktor	- Doctor of Pedagogical Sciences, Professor /Russia/
Myrzakulov Ratbay	- Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor /Kazakhstan/
Meyer Burghard	- Professor, Doctor /Germany/
Turmetov Batyrhan	- Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor /Kazakhstan/
Tashpinar Mehmet	- Professor, Doctor /Turkey/
Sagiroglu Sheref	- Professor, Doctor /Turkey/

EDITORIAL COUNCIL

Akbasova Amankul	- Doctor of Technical Sciences, Professor /Kazakhstan/
Akyol Hayati	- Professor, Doctor /Turkey/
Atemova Kalypa	- Doctor of Pedagogical Sciences, Professor /Kazakhstan/
Bulbul Ibrahim	- Professor, Doctor /Turkey/
Buluc Bekir	- Professor, Doctor /Turkey/
Batyrbayev Nurlan	- Candidate of Law, Associate Professor /Kazakhstan/
Gelisli Yucel	- Professor, Doctor /Turkey/
Yergobek Kulbek	- Doctor of Philology, Professor /Kazakhstan/
Essimova Sholpan	- Doctor of Economics, Professor /Kazakhstan/
Zhetibayev Kopzhasar	- Candidate of Historical Sciences, Associate Professor /Kazakhstan/
Zhetpisbayeva Bakhytgul	- Doctor of Pedagogical Sciences, Professor /Kazakhstan/
Yildiz Musa	- Professor, Doctor /Turkey/
Myrzaliyev Borash	- Doctor of Economics, Professor /Kazakhstan/
Tomar Cengiz	- Professor, Doctor /Turkey/
Torybayeva Zhamilya	- Doctor of Pedagogical Sciences, Professor /Kazakhstan/
Umbetov Omirbek	- Doctor of Technical Sciences, Professor /Kazakhstan/
Uzakbayeva Sakhipzhamal	- Doctor of Pedagogical Sciences, Professor /Kazakhstan/
Ydyrys Serikbay	- Doctor of Economics, Professor /Kazakhstan/

Н.У. АЛИЕВ¹, Т.А. ЯГУДЕЕВ², М.А. КОЖАЙСАКОВА³, А.К. МАМЫРБЕКОВА⁴✉*

¹доктор химических наук, профессор, Международный казахско-турецкий университет имени Ходжа Ахмеда Ясави (Казахстан, г. Туркестан), e-mail: aliev_n_50@mail.ru

²доктор химических наук, доцент, Алматинский технологический университет (Казахстан, г. Алматы), e-mail: ta_yagudeev@mail.ru

³магистр, Алматинский технологический университет (Казахстан, г. Алматы), e-mail: madina.69@mail.ru

⁴кандидат химических наук, доцент, Международный казахско-турецкий университет имени Ходжа Ахмеда Ясави (Казахстан, г. Туркестан), e-mail: aizhan.mamyrbekova@ayu.edu.kz

СИНТЕЗ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ КОНДЕНСАЦИЕЙ СУЛЬФИРОВАННЫХ ФРАКЦИЙ ПИРОЛИЗНОЙ СМОЛЫ С ВОДНЫМИ РАСТВОРАМИ ФОРМАЛЬДЕГИДА

Найдены оптимальные условия конденсации сульфированной нафталиновой фракции с 40%-ным водным раствором формальдегида. В качестве исходного сырья использовалась широкая фракция (180–240°C) смолы пиролиза углеводородных газов, отобранной на Атырауском НПЗ.

Выяснена химическая природа синтезированных продуктов, которые по своим свойствам напоминают ПАВ типа «некалей». Показано, что синтезированные продукты обладают хорошо выраженными поверхностно-активными свойствами и флотирующей способностью по отношению к фосфатным рудам Каратау. Высокомолекулярные водорастворимые ПАВ могут применяться также как флокулянты в различных видах водоочистки. С их помощью из сточных и технологических вод, а также из питьевой воды удаляют загрязнения, находящиеся во взвешенном состоянии.

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества, сульфированные фракции, пиролизная смола, растворы формальдегида, фракционирование, перегонка, фракционированная смола, ректификация, формальдегид, едкий натр, аммиак, продукты конденсации, углеводородный скелет, элементный состав.

N.U. Aliyev¹, T.A. Yagudeev², M.A. Kozhaysakova³, A.K. Mamyrbekova⁴

¹Doctor of Chemical Sciences, Professor, Khoja Ahmed Yassawi International Kazakh-Turkish University (Kazakhstan, Turkestan), e-mail: aliev_n_50@mail.ru

²Doctor of Chemical Sciences, Associate Professor, Almaty Technological University (Kazakhstan, Almaty), e-mail: ta_yagudeev@mail.ru

³Magister, Almaty Technological University (Kazakhstan, Almaty), e-mail: madina.69@mail.ru

⁴Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Khoja Ahmed Yassawi International Kazakh-Turkish University (Kazakhstan, Turkestan), e-mail: aizhan.mamyrbekova@ayu.edu.kz

Synthesis of Surfactants by Condensation of Sulfonated Pyrolysis Resin Fractions with Aqueous Formaldehyde Solutions

* **Цитируйте нас правильно:**

- Алиев Н.У., Ягудеев Т.А., Кожайсакова М.А., Мамырбекова А.К. Синтез поверхностно-активных веществ конденсацией сульфированных фракций пиролизной смолы с водными растворами формальдегида // Ясауи университетінің хабаршысы. – 2020. – №3 (117). – Б. 314–329. <https://doi.org/10.47526.2020/2664-0686.029>

* **Cite us correctly:**

- Alev N.Ū., Iagŭdeev T.A., Kojaisakova M.A., Mamyrbekova A.K. Sintez poverhnostno-aktivnyh veestv kondensatsiei sŭlfirovannyh fraktsii piroliznoi smoly s vodnymi rastvorami formaldegida // Iasaŭi ŭniversitetiniŭ habarshysy. – 2020. – №3 (117). – B. 314–329. <https://doi.org/10.47526.2020/2664-0686.029>

Optimal conditions for condensation of sulfonated naphthalene fraction with 40% formaldehyde aqueous solution are found. As a feedstock, a wide fraction (180–240°C) of the pyrolysis resin of hydrocarbon gases selected at the Atyrau processing plant was used. The chemical nature of the synthesized products, which by their properties resemble surfactants of the «necal» type, has been elucidated. It was shown that the synthesized products have well-pronounced surface-active properties and a floating ability in relation to Karatau phosphate ores. High-molecular water-soluble surfactants can also be used as flocculants in various types of water treatment. With their help, wastewater and process water, as well as drinking water are removed pollution in suspended state.

Keywords: surface active agents, sulfonated fractions, pyrolysis resin, formaldehyde solutions, fractionation, distillation, fractionated resin, rectification, formaldehyde, caustic soda, ammonia, condensation products, hydrocarbon skeleton, elemental composition.

Н.У. Әлиев¹, Т.А. Ягудеев², М.А. Кожайсакова³, А.К. Мамырбекова⁴

¹химия ғылымдарының докторы, профессор, Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті (Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: aliev_n_50@mail.ru

²химия ғылымдарының докторы, доцент, Алматы технологиялық университеті (Қазақстан, Алматы қ.), e-mail: ta_yagudeev@mail.ru

³магистр, Алматы технологиялық университеті (Қазақстан, Алматы қ.), e-mail: madina.69@mail.ru

⁴химия ғылымдарының кандидаты, доцент, Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті (Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: aizhan.mamyrbekova@ayu.edu.kz

Формальдегидтің сулы ерітінділерімен пиролизді шайырдың сульфирленген фракцияларының конденсациясы арқылы беттік-белсенді заттарды синтездеу

Сульфирленген нафталин фракциясының формальдегидтің 40% су ерітіндісімен конденсациялауға оптималдық жағдайлары анықталды. Бастапқы шикізат ретінде Атырау МӨЗ-де іріктелген көмірсутегі газдарының пиролиз шайырының кең фракциясы (180–240°C) қолданылды. Синтезделген заттардың химиялық қасиеті «некаль» тәріздес беттік-активті заттарға ұқсас және олар Каратау фосфат кендеріне қатысты флотациялау қасиетін көрсетті. Жоғары молекулалы суда еритін БАЗ флокулянттар ретінде су тазалаудың әр түрлі тәсілдерінде қолданылуы мүмкін. Олардың көмегімен ағынды және технологиялық сулардан, сондай-ақ ауыз судан коллоидты күйдегі ластануды жояды.

Кілт сөздер: беттік-активті заттар, сульфирленген фракциялар, пиролиздік шайыр, фракциялау, айдау, фракцияланған шайыр, ректификациялау, формальдегид, күйдіргіш натрий, аммиак, конденсацияланған заттар, көмірсутек қаңқасы, элементтік құрамы.

Введение

Проблема утилизации смолы пиролиза газов и других нефтепродуктов в связи с бурным развитием производства олефинов с каждым годом становится всё более актуальной, так как смола является многотоннажным отходом этой отрасли промышленности [1].

Использование смол пиролиза может идти по двум направлениям: 1) выделение из этого сырья индивидуальных веществ фракционированием, перегонкой, обработкой всевозможными избирательными растворителями, т.е. использование физико-химических методов переработки и 2) получение необходимых для народного хозяйства продуктов из нефракционированной смолы химическим путём.

Физические методы разделения сырья такого рода сопровождаются интенсивным осмолением [2], поэтому нами выбран путь химического воздействия некоторых реагентов на пиролизную смолу и её фракции.

Цель исследования – определение оптимальных условий конденсации сульфированной нафталиновой фракции с водным раствором формальдегида и синтез продуктов, обладающих поверхностно-активными свойствами и флотирующей способностью по отношению к фосфатным рудам.

Пути решения и методы исследования

В качестве исходного сырья использовалась широкая фракция (180–240°C) смолы пиролиза углеводородных газов, отобранной на Атырауском НПЗ.

Фракция, выкипающая в интервале 180–240°C и составляющая 18,0% от веса пиролизной смолы выделялась ректификацией при пониженном давлении (10–15 мм рт.ст.). Вследствие большого содержания нафталина (более 80,0 вес.%) эту фракцию можно считать нафталиновой.

ПАВ синтезированы нами последовательно в несколько стадий. Первая стадия — сульфирование при 80–85°C нафталиновой фракции эквимольным количеством серной кислоты. Вторая стадия – смешение предварительно охлажденной до 40–45°C сульфомассы с 40%-ным водным раствором формальдегида (формалином) и последующее взаимодействие при интенсивном перемешивании в течение 2–42 ч при 85–90°C. Необходимое значение pH (равное 1,5–2,0) обеспечивается небольшим избытком серной кислоты. Формалин берется в количестве, равном весу сульфомассы, полученной в первой стадии процесса. Для поддержания интенсивного перемешивания в реакционную массу, вязкость которой сильно увеличивается при формилировании, периодически добавляли воду. Третья стадия – после формилирования масса нейтрализуется либо твёрдым углекислым кальцием, либо водными растворами едкого натра (20%-ным), либо аммиаком (25%-ным). Соответственно получены кальциевые, натриевые и аммонийные соли продуктов конденсации (таблица 1).

Таблица 1 – Условия синтеза и выход продуктов конденсации

№ опыта	Время перемешивания, ч	Общее время контакта, ч	Общий выход продукта конденсации, г	Выход продуктов конденсации, считая на нафталин, вес. %	Содержание активного вещества в продукте конденсации, вес. %		
					Кальциевая соль	Натриевая соль	Аммонийная соль
1	2,0	2,0	270,0	210,0	68,0	40,0	43,0
2	4,0	4,0	315,0	246,0	68,0	42,0	48,0
3	5,0	5,0	315,0	246,0	68,0	44,0	48,0
4	8,0	8,0	390,0	305,0	68,0	44,0	48,0
5	15,0	62,0	480,0	375,0	70,0	44,0	55,0
6	42,0	122,0	485,0	375,0	75,0	49,0	57,5

Из таблицы видно, что с увеличением времени конденсации при прочих равных условиях выход продуктов возрастает, достигая высоких показателей при 15-часовом перемешивании. Дальнейшее повышение продолжительности взаимодействия не даёт заметного прироста выхода. Некоторое возрастание содержания активного вещества в продуктах реакции с увеличением времени формилирования происходит, по всей вероятности, за счёт дополнительного введения сульфогрупп в ароматическую систему, поскольку имеется известный избыток кислоты, оставшийся от первой стадии синтеза. Содержание активного вещества в солях продуктов конденсации в большей мере зависит от природы нейтрализующего агента, чем от условий конденсации. Элементный состав

реагентов опытов №5 и 6 (таблица 2) даёт основание полагать, что аммонийные, натриевые и кальциевые соли продуктов конденсации незначительно отличаются по своему углеводородному скелету.

Таблица 2 – Элементный состав продуктов конденсации

Продукт	Содержание элементов, вес.%				
	С	Н	S	N+O (по разности)	Зола
Опыт №5					
Аммонийная соль	38,59	6,13	14,57	40,71	
Натриевая соль	30,70	2,50	2,82	10,92	53,06
Кальциевая соль	46,70	4,08	5,22	12,34	31,68
Опыт №6					
Аммонийная соль	37,44	5,93	17,48	41,86	
Натриевая соль	30,21	2,51	4,12	9,89	53,23
Кальциевая соль	48,64	4,23	5,43	13,28	28,22

Обращают на себя внимание некоторые данные физико-химического анализа этих солей, полученные расшифровкой ИК- и УФ-спектров. Наиболее существенной особенностью ИК-спектров продуктов опытов № 4, 5, и 6 является их значительное сходство полосы поглощения у 3090, 3060, 3015, 1600, 1575 и 1510 см⁻¹ принадлежат ароматическим структурам, а полосы у 1200, 1085 (в солях опыта №6 – 1078 и 4064 см⁻¹) и 695 см⁻¹ – сульфогруппам. В спектре соединений, полученных в опытах №5 и 6, интенсивность поглощения у 3000 – 2800 см⁻¹ значительно увеличивается по сравнению со спектром веществ опыта №4 и отвечает большей доле СН₂-групп, что особенно заметно по полосе 2935 см⁻¹. Поглощение у 3450 и 1640 см⁻¹ появляется за счет неполностью удаленной влаги из продуктов конденсации [2; 3]. В подтверждение этих данных снят ИК-спектр модельной системы – продукта конденсации сульфированного нафталина с формалином, который оказался очень сходным со спектром продуктов соединений опытов №5 и 6 (таблица 2) в области 1700–680 см⁻¹ и имеет идентичный характер замещения.

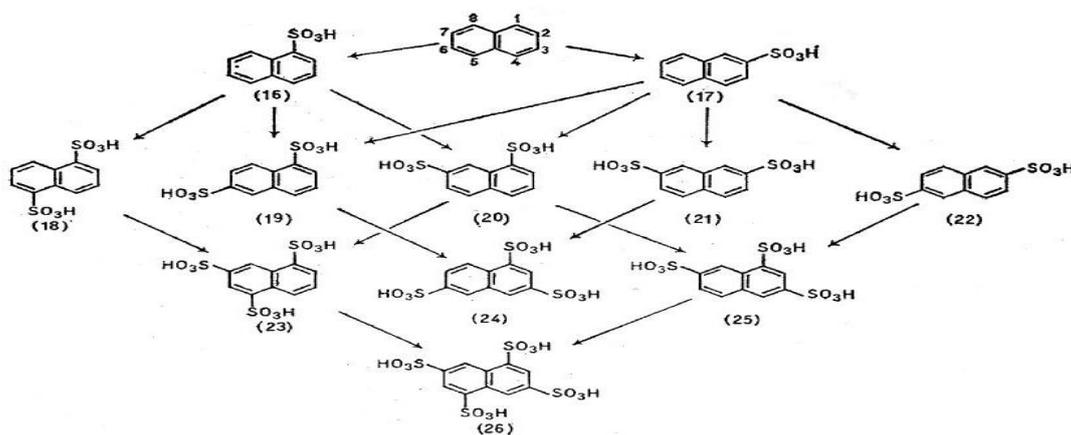
Сняты также спектры полученных реагентов в области 210–330 м на кварцевом спектрофотометре СФ-4. Идентификация по УФ-спектрам проводилась путем сравнения продуктов конденсации (опыты № 4,5,6) с веществами известного строения. Для этой цели нами синтезированы в тех же условиях, что и описанные выше реагенты, продукты сульфирования и формилирования химически чистого нафталина. УФ-спектры реагентов на основе фракции 180–240°С пиролизной смолы сравнивались со спектром самой исходной фракции и нафталина марки «х.ч.», продуктов сульфирования нафталина «х.ч.» и конденсации сульфированного нафталина, а также выпускаемой промышленностью (под товарным наименованием «некаль») натриевой соли дибутилнафталинсульфоокислоты. УФ-спектры этих реагентов снимались в водных растворах, а нафталина – в этаноле.

Спектры исследуемых и модельных соединений имеют одинаковый вид, таким образом, все продукты обладают нафталиновой структурой, так как поглощение в области 290–330 м специфично для конденсированной ароматики. Крайний длинноволновый максимум (320 м) в спектре фракции 180-240°С смещен в коротковолновую область. Это говорит о том, что она является смесью монозамещенных нафталинов [4].

Обсуждение результатов

В ходе исследования было установлено, что первая стадия синтеза ПАВ – это сульфирование нафталиновой фракции эквимольным количеством серной кислоты. Реакция сульфирования – основной путь химической переработки нафталина в разнообразные промежуточные продукты нафталинового ряда, имеющие большое техническое значение [6;

7; 8]. Нафталин сульфируется намного быстрее бензола, причем в положение 1 легче, чем в положение 2. Отношение скоростей сульфирования нафталина в положения 1 и 2 уменьшается с увеличением концентрации серной кислоты и повышением температуры; например, при сульфировании в 90%-й H_2SO_4 при $25^\circ C$ оно равно 4,1, а при $70^\circ C$ составляет 3,3 [10]. Сближение скоростей при повышении температуры объясняется меньшей энергией активации сульфирования в положение 1, при увеличении концентрации H_2SO_4 – увеличением стерических препятствий замещению в положение 1 в результате смены атакующей частицы $H_3SO_4^+$ на большую по объему $H_2S_2O_7$. Равновесное содержание нафталин-1- и -2-сульфокислот при $100^\circ C$ и конечной концентрации H_2SO_4 85% составляет приблизительно 1:50 [9]. Поэтому для синтеза нафталин-1-сульфокислоты (16) необходимо избегать приближения к состоянию равновесия, а для синтеза нафталин-2-сульфокислоты (17) – стремиться к его достижению. Такая же роль кинетического и термодинамического контроля замещения в α - и β -положения имеет место при дальнейшем сульфировании нафталинсульфокислот (16) и (17) и других производных нафталина. Сульфирование нафталина 96%-ной серной кислотой при $35-75^\circ C$ с целью получения нафталин-1-сульфокислоты (16) сопровождается образованием 15–20% 2-изомера (17) [7]. При сульфировании действием SO_3 или HSO_3Cl в инертном растворителе (дихлорэтан, дихлорметан) при $5-40^\circ C$ выход 1-сульфокислоты (16) достигает 90% [1, 11]. Для получения нафталин-2-сульфокислоты (17) нагревают нафталин с 96%-ной H_2SO_4 , взятой с 10%-ным избытком, 2-3 ч при $160^\circ C$, добавляют некоторое количество воды и продолжают нагревать при $150^\circ C$ для гидролиза нафталин-1-сульфокислоты. После нейтрализации гидроксидом и сульфитом натрия (отход производства нафтола-2) нафталин отгоняют с паром и после охлаждения отфильтровывают нафталин-2-сульфонат натрия; выход 88-90% [8]. Его используют главным образом для производства нафтола-2 (щелочным плавлением) и поверхностно-активных веществ (конденсацией с формальдегидом). Дальнейшее сульфирование нафталин-1-сульфокислоты (16) в условиях, исключающих гидролиз сульфогрупп, приводит к смеси нафталин-1;5- (18) и -1,6-дисульфокислот (19) в соотношении примерно 3:1, а сульфирование нафталин-2-сульфокислоты (17) – к смеси нафталин-1,6- (19) и -1,7-дисульфокислот (20) с преобладанием первой. Сульфирование нафталин-2-сульфокислоты (17) в условиях, способствующих гидролизу α -сульфогруппы, приводит к нафталин-2,6- (21) и -2,7-дисульфокислотам (22) в соотношении 1:2 [1]. Из дисульфокислот нафталина важнейшей является 1,5-дисульфокислота (18). Ее получают в промышленности сульфированием нафталина олеумом при $\approx 55^\circ C$, отделяя после разбавления раствором Na_2SO_4 нафталин-1,5-дисульфонат натрия от 1,6-дисульфоната и других примесей, остающихся в фильтрате [1, 8]; выход до 75%. Нафталин-1,5-дисульфокислоту (18) используют для получения 5-гидрокси нафталин-1-сульфокислоты, 1,5-дигидрокси нафталина, 4-амино- и 3-амино нафталин-1,5-дисульфокислот – азосоставляющих для красителей.



Нафталинтрисульфокислоты образуются с высокими выходами при действии на нафталиндисульфокислоты олеума при 90-150°C. 1,5- и 1,7-дисульфокислоты (18) и (20) переходят в 1,3,5-трисульфокислоту (23), 1,6- и 2,7-дисульфокислоты (19) и (21) – в 1,3,6-трисульфокислоту (24), 1,7- и 2,6-дисульфокислоты (20) и (22) – в 1,3,7-трисульфокислоту (25). Особенно важна 1,3,6-трисульфокислота (24), так как ее последовательным нитрованием, восстановлением и щелочным плавлением превращают в 4-амино-5-гидроксиафталин-2,7-дисульфокислоту (Аза-кислота). (Аза-кислота) – наиболее многотоннажный азокомпонент для водорастворимых азокрасителей. Нафталин-1,3,6-трисульфокислоту (24) получают сульфированием нафталина сначала 98%-й H₂SO₄ до 2-сульфокислоты, а затем олеумом [8], достигая выхода до 77% и даже до 82% [12]. Реакционную массу, содержащую примеси трисульфокислот (23) и (25) и тетрасульфокислоты (26), после добавления воды направляют для нитрования. Нафталин-2,3,5-трисульфокислота (23) с хорошим выходом может быть получена сульфированием нафталин-1,5-дисульфокислоты (18) ≈30%-м олеумом при 90°C. Из нафталина ее получают с примесью 1,3,6-трисульфокислоты (24) сульфированием олеумом в условиях, максимально способствующих образованию на первом этапе 1,5-дисульфокислоты (18), и используют для синтеза азосоставляющей – 4-амино-5-гидроксиафталин-1,7-ди-сульфокислоты (Карбоновая кислота). Продукт исчерпывающего сульфирования нафталина – нафталин-1,3,5,7-тетрасульфокислота (26) не имеет практического значения. Она может быть получена нагреванием нафталин-2,6-дисульфокислоты (21) с высокопроцентным олеумом при 260°C. Практически важными и сложными являются синтезы сульфокислот 2-гидроксиафталина (нафтол-2). Активность различных положений в молекуле нафтола-2 уменьшается в ряду: 1>8>6>7>3. Образующаяся с наибольшей скоростью 2-гидроксиафталин-1-сульфокислота (27) (гидроксикислота Тобиаса) настолько легко гидролизуеться, что выделить ее удается лишь в условиях, когда десульфирование невозможно или затруднено. Сульфокислоту (27) лучше всего получать действием на нафтол-2 хлорсульфоновой кислоты в инертном растворителе (дихлорэтан, тетрачлорэтан, о-дихлорбензол и др.) при 0°C [14]. Ее производят также обработкой нафтола-2 98%-ной H₂SO₄ при температуре от –12 до –1°C, отделяя от примесей изомеров в виде дикалиевой соли (выход 72%) [7]. Сульфокислоту (27) используют в основном для синтеза 2-аминоафталин-1-сульфокислоты (кислота Тобиаса) (28). Присутствие непрореагировавшего нафтола-2 в сульфокислоте (27) недопустимо, так как при аминировании он переходит в канцерогенный β-нафтиламин.

Сульфированные фракции смолы (180-240°C) были подвергнуты взаимодействию с водным раствором формальдегида, т.е. ацилированию. Ацилирование наряду с алкилированием – наиболее распространенная реакция ароматического замещения под действием С-электрофилов. Вступление ацильной группы RC(O), где R≠H приводит к образованию арилкетонов, а при внутримолекулярном ацилировании – к циклическим кетонам и хинонам. Введение остатка муравьиной кислоты (формилирование, R = H) с образованием альдегидов вследствие его специфики рассмотрено отдельно.

При получении арилкетонов ArCOR реагентами служат карбоновые кислоты, их галогенангидриды, ангидриды, эфиры, амиды, нитрилы. Активность реагента тем выше, чем больше положительный заряд на карбонильном атоме углерода в ацильном остатке. При действии смешанного ангидрида двух карбоновых кислот RCOOCOR' в ароматическое кольцо вступает преимущественно более электроноакцепторная ацильная группировка, а при равной электроноакцепторности R и R' – больший ацильный остаток [22].

Для увеличения положительного заряда на атакующем атоме углерода ацилирующего реагента используются те же катализаторы, что и в реакции алкилирования: апротонные и протонные кислоты. Катализатор координируется с атомом кислорода ацильной группы. Активность ацилгалогенидов в зависимости от природы галогена уменьшается в ряду: I>Br>Cl>F, противоположном ряду при алкилировании алкилгалогенидами, где катализатор

координируется по атому галогена. На 1 моль реагента применяют обычно не менее 1 моль кислоты Льюиса. Однако ацилирование высокореакционноспособных субстратов можно проводить в присутствии очень малых количеств таких катализаторов, как FeCl_3 , I_2 , ZnCl_2 . Реагентами, способными ацилировать бензол и его производные в отсутствие катализатора, являются гексагалогенантимонаты ацетилия $\text{MeCO}^+\text{SbX}_6$ – ($\text{X} = \text{F}, \text{Cl}$) и смешанные ангидриды карбоновой и трифторметансульфокислоты – ацилтрифлаты $\text{RCOOSO}_2\text{CF}_3$, приготовляемые взаимодействием ацилхлорида с трифлатом серебра или с трифторметансульфокислотой. Кипячение бензоилтрифлата в бензоле в течение 5 ч приводит к бензофенону с выходом 90%, тогда как при действии других бензоилсульфонатов более реакционноспособный *n*-ксилол не изменяется при 100 °С в течение 24 ч [13].

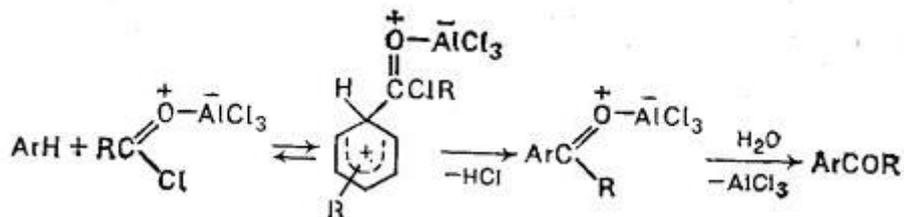
Добавка при ацилировании небольшого количества трифторметансульфокислоты (несколько % (мол.)) оказывает сильное каталитическое действие. Кипячение *n*-ксилола с бензоилхлоридом в присутствии 1% (мол.) $\text{Cl}_3\text{SO}_3\text{H}$ в течение 6 ч приводит к 2,5-диметилбензофенону с выходом 82%, а в присутствии H_2SO_4 – с выходом всего 28% [15]. Аналогичный каталитический эффект оказывает дифторсульфоуксусная кислота $\text{HO}_2\text{CCF}_2\text{SO}_3\text{H}$. Твердым гетерогенным катализатором такой же природы является полимер на основе перфторалкансульфокислот (1).

В качестве среды при ацилировании может быть использован избыток арена и различные растворители, инертные в условиях синтеза, – дихлорэтан, дихлорметан, хлороформ, нитробензол, нитрометан, сероуглерод, диоксид серы и др. Важно, чтобы реакционная смесь была гомогенной и все компоненты находились в растворе. Атакующей частицей может быть ацилий-катион в свободном виде или в виде ионной пары или же комплекс реагента с катализатором. С участием катиона ацетилия осуществляется ацилирование гексагалогенантимонатами ацетилия и ацилтрифлатами. При ацилировании галогенангидридами в присутствии кислот Льюиса атака ионом ацетилия вероятнее в полярных растворителях. Катион ацетилия CH_3CO^+ зарегистрирован по ИК-спектрам при взаимодействии ацетилхлорида с хлоридом алюминия. Как показано методом меченых атомов с применением AlCl_3 , равновесие



при $\text{R} = \text{Ph}$ устанавливается при 20°С за несколько минут. При изучении ацетилирования метилбензолов в газовой фазе свободным ионом ацетилия, генерированным радиолизом смеси $\text{MeF}-\text{CO}$ при 37,5°С, не обнаружено принципиальных различий в механизме реакции в газовой фазе и в растворах [16]. Относительные скорости и распределение изомеров при ацетилировании метил- и галогенбензолов солями ацетилия в нитрометане сходны с наблюдаемыми при действии ацетилхлорида в присутствии хлорида алюминия. Вероятность атаки свободным ионом RCO^+ возрастает в случае стерически затрудненных групп R. Если R – трет-*Alk*, катион RCO^+ может терять CO с образованием алкильного радикала R^+ , в результате чего протекает побочный процесс алкилирования, более заметный при реакциях малореакционноспособных субстратов, когда ион ацетилия имеет достаточно времени для фрагментации. Так, пивалоилхлорид $\text{Me}_3\text{COC1}$ при реакции с анизолом в присутствии AlCl_3 дает продукт ацилирования, а при взаимодействии с бензолом – в основном продукт трет-бутилирования. При реакции ацилирования, в отличие от реакции алкилирования, алкильный остаток в группе RCO не перегруппировывается. При действии ацилгалогенидов в присутствии катализаторов Фриделя-Крафтса в неполярных растворителях (дихлорэтан, дихлорметан, хлороформ) вероятнее атака субстрата комплексом ацилгалогенида с катализатором. Комплексы $\text{AcCl} \cdots \text{AlCl}_3$ составов 1:1 и 1:2 спектрально идентифицированы и охарактеризованы в растворах константами равновесия. При ацетилировании бензола и метилбензолов ацетилхлоридом в присутствии AlCl_3 в SO_2 при -64°С установлено образование комплекса с субстратом состава 1:1:1; методом ЯМР доказано, что этот комплекс является σ -комплексом. Скорость реакции прямо пропорциональна его

концентрации. Реакция имеет первый порядок по субстрату, реагенту, катализатору. Константы равновесия стадии образования σ -комплекса при атаке субстрата комплексом ацилгалогенида с $AlCl_3$ (1:1) составляют для бензола, *n*-ксилола, мезитилена приблизительно 0,4, 50 и 105 соответственно [17]. Катализатор остается связанным с продуктом в результате координации по ацильной группе и необратимо разлагается при обработке реакционной массы водой.



Наличие в субстрате сильного электроноакцепторного заместителя (NO_2 , COR , CO_2R , CN , SO_2R и др.) при отсутствии сильных электронодонорных заместителей препятствует реакции ацилирования. Вследствие того, что ацильная группа дезактивирует ароматическое кольцо, реакция ацилирования, в отличие от реакции алкилирования, останавливается на стадии монозамещения. Если субстрат содержит основные группы, катализатор – кислота Льюиса – координируется с ними, что может сказаться на реакционной способности субстрата. Например, показано, что скорость ацилирования алкоксибензолов решающим образом зависит от количества галогенида алюминия [18]. В то время как 1,2-диметоксибензол (вератрол) при действии ацетилхлорида в σ -дихлорбензоле при 20 °С в присутствии 1 моль $AlBr_3$ быстро и с высоким выходом превращается в 3,4-диметоксибензофенон, в присутствии 2 моль $AlBr_3$ эта реакция практически не идет и наблюдается ацелирование σ -дихлорбензола. В присутствии 1 моль $AlBr_3$ вератрол ацелируется в 10^5 раз быстрее бензола, тогда как в присутствии 2 моль $AlBr_3$ – в 10^3 раз медленнее. В случае объемистых алкоксильных групп, стерически препятствующих координации катализатора по эфирному атому кислорода, избыток катализатора не влияет на скорость ацелирования. Ацилий-катионы – более слабые электрофилы, чем алкильные карбокатионы, поэтому реакция ацилирования значительно более селективна, чем реакция алкилирования. Константа чувствительности ρ при ацелировании равна – 9,1, тогда как при этилировании $\rho = 2,4$. Относительная скорость реакции толуола по сравнению с бензолом k_T/k_B в нитрометане в присутствии $AlCl_3$ при 25 °С уменьшается при переходе от бензоилхлорида (153 : 1) к пентафторбензоилхлориду (16 : 1) и увеличивается при переходе к *n*-метоксибензоилхлориду (233 : 1) в соответствии с повышением и понижением электрофильности реагентов. Отношение орто/пара изменяется от 0,8 для пентафторбензоилхлорида до 0,02 для *n*-метилбензоилхлорида [19]. Изучение кинетики ацилирования 2,4-дихлорбензоилхлоридом в нитрометане показало, что реакция имеет первые порядки по субстрату, по ацилхлориду и по катализатору, находящемуся, по-видимому, в виде комплекса с растворителем. Константа скорости и отношение k_T/k_B зависят от начальной концентрации $AlCl_3$, понижаясь с ее увеличением [20].

Вследствие обратимости реакции ацилирования при кинетическом и термодинамическом контроле могут образовываться разные изомеры. Это особенно ярко проявляется при ацилировании полициклических ароматических соединений. Быстрее образующийся, но термодинамически менее стабильный изомер переходит в более стабильный. Например, 1-ацетил-2,7-диметоксинафталин (107); получаемый реакцией 2,7-диметоксинафталина (108) с ацетилхлоридом в дихлорэтаноле в присутствии эфирата BF_3 при 25 °С (выход 87%), превращается в 3-ацетил-2,7-диметоксинафталин (109) при обработке полифосфорной кислоты при 45-60 °С и может быть синтезирован непосредственно ацелированием 2,7-диметоксинафталина (108) в полифосфорной кислоте [21].

Таким образом, синтезированные нами реагенты – соли продуктов конденсации сульфированной фракции (180-240°C) с водным раствором формальдегида – обладают хорошо выраженными поверхностно-активными свойствами.

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) – это вещества, адсорбирующиеся на поверхности раздела двух фаз и образующие на ней слой повышенной концентрации. Однако в понятие «поверхностно-активные вещества» (ПАВ) обычно вкладывают более узкий смысл, относя его лишь к группе органических соединений, адсорбция которых из их растворов даже очень малой концентрации приводит к резкому снижению поверхностного (межфазного) натяжения на поверхности раздела раствора с газом (паром), др. жидкостью или твердым телом. Термин «поверхностное натяжение» принято употреблять по отношению к поверхности раздела конденсированной фазы с газом, а термин «межфазное натяжение» – по отношению к поверхности раздела двух конденсированных фаз. Накопление и ориентация в адсорбционном слое молекул или ионов ПАВ – следствие их дифильности (двойственности свойств). Каждая молекула типичных ПАВ имеет олеофильную, или липофильную, часть (один или несколько углеводородных радикалов) и гидрофильную часть (одну или несколько полярных групп). То есть поверхностная активность ПАВ, растворенных в углеводородных жидкостях, обусловлена гидрофильными группами, а растворенных в воде – олеофильными (гидрофобными) радикалами.

Анионоактивные вещества составляют большую часть мирового производства ПАВ. Промышленные ПАВ этого типа можно разделить на следующие основные группы: карбоновые кислоты и их соли (мыла), алкилсульфаты (сульфоэферы), алкилсульфонаты и алкиларилсульфонаты, прочие продукты. В производстве мыл и многих ионов и неионогенных мылоподобных ПАВ используют карбоновые кислоты, получаемые гидролизом из растительных и животных жиров, и синтетические жирные кислоты. Промышленное значение имеют также смоляные и жирные кислоты талового масла – побочного продукта целлюлозного производства – смоляные кислоты канифоли, среди которых преобладает абиетиновая. Наибольшее значение как ПАВ из солей монокарбоновых кислот имеют мыла (натриевые, калиевые и аммонийные) жирных кислот RCOOH , где R – насыщенный или ненасыщенный нормальный алифатический радикал с числом атомов углерода 12-18, и мыла (натриевые, реже калиевые) смоляных кислот. Практическое значение имеют также дикарбоновые кислоты, например алкенилянтарные, получаемые в промышленности конденсацией непредельных углеводов с малеиновым ангидридом. Алкилсульфаты синтезируют обычно сульфотерификацией высших жирных спиртов или олефинов с последующей нейтрализацией соответственно первичных или вторичных алкилсерных кислот. Алкиларилсульфонаты, главным образом моно- и диалкилбензолсульфонаты, а также моно- и диалкилнафталинсульфонаты составляют большую часть синтетических анионоактивных ПАВ. Алкилсульфонаты обычно получают из насыщенных углеводородов C_{12} - C_{18} нормального строения, которые сульфохлорируют или сульфоокисляют с последующим омылением или нейтрализацией продукта [23].

Катионоактивные ПАВ можно разделить на следующие основные группы: амины различной степени замещения и четвертичные аммониевые основания, др. азотсодержащие основания (гуанидиню, гидрозины, гетероциклические соединения и т.д.), четвертичные фосфониевые и третичные сулфониевые основания. Сырьем для катионоактивных ПАВ, имеющих хозяйственное значение, служат амины, получаемые из жирных кислот и спиртов, алкгалогенидов, а также алкилфенолов. Четвертичные аммониевые соли синтезируют из соответствующих длинноцепочечных галоидных алкилов реакцией с третичными аминами, из аминов хлоралкилированием или другими путями из синтетических спиртов, фенолов и фенольных смесей.

Большее значение как катионоактивные ПАВ и как исходные продукты в синтезе неионогенных ПАВ (см. ниже) имеют не только моно-, но и диамины, полиамины и их производные.

Амфотерные ПАВ могут быть получены из анионоактивных введением в них аминогрупп или из катионоактивных введением кислотных промышленностью амфотерные ПАВ выпускаются в небольшом количестве, и их потребление расширяется медленно. Это наиболее перспективный и быстро развивающийся класс ПАВ. Не менее 80–90% таких ПАВ получают присоединением окиси этилена к спиртам, алкилфенолам, карбоновым кислотам, аминам и другим соединениям с реакционноспособными атомами водорода. Полиоксиэтиленовые эфиры алкилфенолов – самая многочисленная и распространенная группа неионогенных ПАВ, включающая более сотни торговых названий наиболее известны препараты ОП-4, ОП-7 и ОП-10. Типичное сырье – октил-, ионил- и додецилфенолы; кроме того, используют крезолы, крезоловую кислоту, нафтол и др. Если в реакцию взят индивидуальный алкилфенол, готовый продукт представляет собой смесь ПАВ общей формулы $RC_6H_4O(CH_2O)_mH$, где t – степень оксиэтилирования, зависящая от молярного соотношения исходных компонентов. Полиоксиэтиленовые эфиры жирных кислот $RCOO(CH_2CH_2O)_mH$ синтезируют прямым оксиэтилированием кислот или этерификацией кислот предварительно полученным полиэтиленгликолем. Полиоксиэтиленовые эфиры спиртов $RO(CH_2CH_2O)_mH$ приобрели важное промышленное значение, т.к. они легко поддаются биохимическому разложению в природных условиях. Их получают оксиэтилированием высших жирных спиртов, реакцией алкилбромида с моноватриевой солью полиэтиленгликоля и др. путями. Полиоксиэтиленовые эфиры меркаптанов, как и спиртов, получают обычно оксиэтилированием третичных алкилмеркаптанов, а также первичных n -алкилмеркаптанов и некоторых алкилбензолмеркаптанов. Полиоксиэтиленовые производные алкиламинов составляют весьма разнообразную группу ПАВ, многие из которых выпускают в промышленности. Эти ПАВ, будучи по своей природе катионоактивными, с увеличением длины полиоксиэтиленовой цепи приобретают ярко выраженные свойства неионогенных веществ [24]. Наиболее важны в практическом отношении продукты оксиэтилирования первичных n -алкиламинов, трет-алкиламинов и дегидроабетиламинов.

Выпускают также продукты на основе полиэтиленполиаминов, например диэтилентриамина, но они не имеют широкого применения. В промышленном или полупромышленном масштабе производят ПАВ с третичным алифатическим радикалом $RC(CH_3)_2NH(CH_2CH_2O)_mH$, содержащим 12–22 атома углерода, и $t = 1 - 25$; полиоксиэтилендегидроабетиламины (на основе кислот канифоли и талового масла); полиоксипропиленовые производные аминов – «пропомины».

Полиоксиэтиленалкиламиды обычно получают оксиэтилированием амидов или предварительно полученных моно- или днэтилоламидов жирных кислот (лауриновой, пальмитиновой, олеиновой). Ряд неионогенных ПАВ получают на основе полиатомных спиртов, частично этерифицированных жирными кислотами. Используют спирты, содержащие от 2 до 6 гидроксильных групп, пентаэритрит, полиглицерины, углеводы. При оксиэтилировании к свободным гидроксильным группам исходного продукта присоединяются полиоксиэтиленовые цепи разной длины. Другой путь получения ПАВ из полиатомных спиртов – сначала оксиэтилирование, а затем этерификация.

Практическое значение блоксополимеров окиси этилена и окиси пропилена как ПАВ постоянно возрастает. Их получают ступенчатой полимеризацией, используя в качестве «затравки» соединения, содержащие реакционноспособные атомы водорода.

Монофункциональные исходные соединения для синтеза таких ПАВ – одноатомные спирты, кислоты, меркаптаны, вторичные амины, N -замещенные амиды и др. Гидрофобной частью молекулы служит остаток исходного вещества, если оно имеет достаточно длинный

алифатический радикал, и полипропиленоксидный блок. Помимо плуроников на основе функционального исходного соединения известны другие ПАВ, такие как плуродаты.

Исходными веществами с тремя функциональными группами в синтезе блоксополимерных неионогенных ПАВ могут быть глицерин и др. [25]

Из тетрафункциональных соединений для синтеза блоксополимерных ПАВ чаще всего используют алифатич. первичные диамины. Наиболее известны тетроники.

Получают также блоксополимеры окисей алкилена на основе пентаэритрита, диатилентриамин, гекситов (сорбита и маннита), сахарозы и др. Неионогенные ПАВ различных типа используют как исходные продукты для получения ряда ионогенных ПАВ. На основе оксиэтилированных алифатических спиртов, алкилфенолов и других рассмотренных выше веществ синтезируют поверхностно-активные сульфаты, фосфаты, карбоксилаты и четвертичные аммониевые соединения.

К большинству оксиэтилированных продуктов можно присоединить акрилонитрил с последующим переводом полученного амина в четвертичное аммониевое основание обычными методами. Фторзамещенные ПАВ составляют обширный класс соединений. Многие фторзамещенные ПАВ разных типов получают на основе фторангидридов перфторкарбоновых и перфторсульфоновых кислот. Высокомолекулярные ПАВ – растворимые карбо- или гетроцепные полимеры ионогенного или неионогенного типа с молекулярной массой от нескольких тысяч до нескольких сотен тысяч. Среди них есть природные соединения (белки, альгенаты, пектиновые вещества и т.д.), продукты химической обработки природных полимеров (например, производные целлюлозы) и синтетические полимеры [26].

В структуре типичных высокомолекулярных ПАВ должно быть четкое разграничение гидрофильных и гидрофобных участков. ПАВ являются сополимерами или гомополимерами, в которых вдоль длинной гидрофобной основной цепи расположены через определенные интервалы гидрофильные боковые цепи или группы. Типичные представители анионоактивных ПАВ этой группы – полиакриловая и полиметакриловая кислоты, их соли и некоторые производные, а также карбоксилсодержащие полимеры на основе поливинилового спирта, полиакриламида, сополимеров малеинового ангидрида с другими непредельными соединениями. Поверхностной активностью обладают сульфированные и сульфоэтерифицированные полимеры (полистирол, поливиниловый спирт, оксиэтилированный поликонденсат п-алкилфенола с формальдегидом и др.).

Катионоактивные полимерные ПАВ получают хлорметилизацией, а затем аминированием полистирола, поливинилтолуола и других виниловых полимеров. Особенно высока поверхностная активность солей полимерных четвертичных аммониевых оснований, в том числе солей поливинилпиридиния. Для получения высокомолекулярных ионогенных ПАВ – растворимых полиэлектролитов – пригодно большинство методов и исходных продуктов, которые применяют при синтезе ионообменных смол.

Неионогенные высокомолекулярные ПАВ можно получить оксиэтилизацией практически из любого полимера, содержащего гидроксильные или другие функциональные группы с реакционноспособными атомами водорода.

Поверхностную активность удобно оценивать по наибольшему понижению поверхностного натяжения, деленному на соответствующую концентрацию – ККМ в случае мицеллообразующих ПАВ. Поверхностная активность обратно пропорциональна ККМ.

Образование мицелл происходит в узком интервале концентраций, который становится уже и определенной по мере удлинения гидрофобных радикалов. Простейшие мицеллы типичных полукolloидных ПАВ, например солей жирных кислот, при концентрациях, не слишком превышающих ККМ, имеют сфероидальную форму. С ростом концентрации ПАВ анизометричных мицелл сопровождается резким возрастанием структурной вязкости, приводящей в некоторых случаях к гелеобразованию, т.е. полной потере текучести [24].

ККМ – важный технологический показатель. Его можно определять различными методами, т.к. в области ККМ более или менее резко меняются многие физико-химические свойства системы. ККМ находят по характерным изменениям поверхностного натяжения, светорассеяния, электропроводности, вязкости, диффузии, солубилизации, спектральных характеристик раствора и т.д.

ГЛБ – условная и чисто эмпирическая характеристика, не претендующая на универсальность. Очень специфичны по свойствам фтортензиды, неполярная часть молекулы которых образована фторуглеродными цепями. Вследствие слабого межмолекулярного взаимодействия, низкомолекулярные фторуглероды обладают чрезвычайно малой поверхностной энергией. Особенность фторуглеродных ПАВ – соединений с фторуглеродными и углеводородными радикалами - высокая поверхностная активность в неполярных органических жидкостях с низкой поверхностной энергией. Адсорбционный слой перфторированных ПАВ на твердой поверхности, ориентированный фторуглеродными радикалами наружу, снижает критическое поверхностное натяжение смачивания до значений меньших, чем поверхностное натяжение углеводородных жидкостей. Это значит, что такая поверхность становится не только гидрофобной, но и олеофобной, то есть не смачиваемой маслами и другими жидкими углеводородами. Фторуглеродные цепи, вследствие высокой энергии межатомной (внутримолекулярной) связи, химически инертны и термостойки

ПАВ находят широкое применение в промышленности, в сельском хозяйстве, медицине и быту. Мировое производство ПАВ растет с каждым годом, причем в общем выпуске продукции постоянно возрастает доля неионогенных веществ. Широко используют все виды ПАВ при получении и применении синтетических полимеров. Важнейшая область потребления мицеллообразующих ПАВ – производство полимеров методом эмульсионной полимеризации. От типа и концентрации выбранных ПАВ (эмульгаторов) во многом зависят технологические и физико-химические свойства получаемых латексов. ПАВ используют также при суспензионной полимеризации. Обычно применяют высокомолекулярные ПАВ – водорастворимые полимеры (поливиниловый спирт, производные целлюлозы, растительные клеи и т.п.). Смешиванием лаков или жидких масляносмоляных композиций с водой в присутствии эмульгаторов получают эмульсии, применяемые при изготовлении пластмасс, кожзаменителей, нетканых материалов, импрегнированных тканей, водоразбавляемых красок и т.д.

В производстве лакокрасочных материалов и пластмасс. ПАВ добавляют для регулирования их реологических характеристик. Разнообразные ПАВ применяют для поверхностной обработки волокнистых (тканых и нетканых) и пленочных материалов (как антистатики, модификаторы прядильных растворов моющие средства). Среди ПАВ, применяемых как гидрофобизаторы, наиболее перспективны кремнийорганические и фторуглеродные соединения. Последние, при соответствующей ориентации молекул в поверхностном слое, способны предотвратить смачивание материала не только водой, но и углеводородными жидкостями [27; 28]. В производстве губчатых резин и пенопластов ПАВ применяют как стабилизаторы пен. Высокомолекулярные водорастворимые ПАВ, помимо использования в указанных выше технологических процессах, применяют как флокулянты в различных видах водоочистки. С их помощью из сточных и технологических вод, а также из питьевой воды удаляют загрязнения, находящиеся во взвешенном состоянии.

Синтезированные нами ПАВ значительно снижают величину поверхностного натяжения воды. Так, 0,5%-ные растворы кальциевых солей продуктов опыта №6 обладают поверхностным натяжением: при 20°C – 50,01, а при 40°C – 44,2; натриевых солей – 43,6 и 36,1; аммонийных солей – 44,4 и 37,3 эрг/см² соответственно. Близкие значения поверхностной активности натриевых и аммонийных солей и их преимущество по сравнению с кальциевыми солями несомненно обусловлено уменьшением гидрофильности

при переходе от солей одновалентных металлов (и аммония) к солям двухвалентных металлов.

Таблица 3 – Результаты лабораторных опытов по карбонатной флотации фосфоритов Каратау

Реагент	Расход руды, кг/т			Время флотации, мин	Продукты обогащения	Вес после сушки, г	Выход, %	P ₂ O ₅ , %		MgO, %		Δα, %
	реагента	керосина	жидкого мыла					содержание	извлечение	содержание	извлечение	
Аммонийная соль продукта конденсации (опыт №6)	9	-	-	4	Карбонатный концентрат	29,4	32,5	20,9	16,7	5,92	71,3	-
					Фосфатный продукт	60,9	67,5	25,7	83,3	1,15	28,7	2,5
					Исходная руда	90,3	100,0	23,2	100,0	2,7	100,0	-
Кальциевая соль того же продукта	2	0,30	-	4	Карбонатный концентрат	21,5	23,4	19,0	16,0	8,2	71,1	-
					Фосфатный продукт	70,0	76,6	25,3	83,5	1,02	28,9	2,1
					Исходная руда	91,5	100,0	23,2	100,0	2,7	100,0	-
Фосфорная кислота (опыты ГИХСа)	10,0	-	-	7	Карбонатный концентрат	-	25,9	14,5	16,2	10,0	63,7	-
					Фосфатный продукт	-	74,1	26,3	83,8	2,0	36,3	3,1
					Исходная руда	-	100,0	23,2	100,0	4,1	100,0	-

Синтезированные реагенты являются хорошими пенообразователями. Максимальная устойчивость пены исследованных растворов, как правило, достигается при концентрации 0,25%, что, очевидно, связано с достижением в этой области критической концентрации мицеллообразования.

Реагенты опытов № 5 и 6 проверялись в качестве флотационного агента по отношению к фосфатным рудам Каратау, лабораторные результаты карбонатной флотации в открытом цикле без очисток приведены в таблице 3. Увеличение содержания фосфорного ангидрида в фосфатном продукте (по сравнению с исходной рудой) обозначено Δα. Для сравнения в таблице даны технологические показатели карбонатной флотации в таких же условиях той же фосфоритной руды, проведенной по разработанному ГИХСом и по принятому на комбинате Каратау режиму, в котором главным реагентом является фосфорная кислота [5].

Судя по данным таблицы 3, аммонийные и кальциевые соли продуктов конденсации опыта №6 обладают хорошими флотационными свойствами. С помощью солей аммония получен фосфатный продукт с содержанием 25,7% P₂O₅ при его извлечении, равном 83,3%; магниевый показатель удовлетворяет требованиям технологии суперфосфатного производства. Пена обильная, светлая, гасится самостоятельно, без добавления керосина.

При обогащении руды кальциевыми солями получен фосфатный продукт с содержанием 25,3% P₂O₅ при извлечении 83,5%. Расход реагента составляет всего 2,0 кг/т; пена гасится при добавлении 0,3 кг/т керосина.

Эти величины очень близки к показателям, достигаемым при использовании фосфорной кислоты. Учитывая, что последняя является дорогой и дефицитной, а технология обогащения фосфатных руд с её помощью очень сложна и требует аппаратуру из

легируемых материалов, применение синтезированных реагентов можно считать выгодным и перспективным.

Выводы

Найдены оптимальные условия конденсации сульфированной нафталиновой фракции (180–240°C) с 40%-ным водным раствором формальдегида. Выяснена химическая природа синтезированных продуктов, которые по своим свойствам напоминают ПАВ типа «некалей».

Показано, что синтезированные продукты обладают хорошо выраженными поверхностно-активными свойствами и флотирующей способностью по отношению к фосфатным рудам Каратау.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фазулзянов, Р.Р. Исследование деэмульгирующих и поверхностных свойств композиционных реагентов для нефтепромыслов / Р.Р. Фазулзянов, А.А. Елпидинский, А.А. Гречухина // Вестник Казанского государственного технологического университета. – 2011. – №10. – С. 169–172.
2. Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул. – М.: ИЛ, 1963.
3. Hummel K. Analyse der Tenside. Munchen, Verlag C. Hanser, 1962.
4. Кусаков М.М., Шиманко Н.А., Шишкина М.В. Ультрафиолетовые спектры поглощения ароматических углеводов. – М.: Изд-во АН СССР, 1963.
5. Мтрёмовский Л.И., Баскакова М.И. в сб.: «Обогащение фосфатных руд» // Труды Гос. науч.-исслед. ин-та горнохимич. сырья. – Вып. 8. – М.: Госгортехиздат, 1962. – С. 138.
6. Frank H.-G., Stadelhofer J.W. Industrial Aromatic Chemistry. – Berlin: Springer-Verlag, 1988. – 486 p.
7. Дональдсон Н. Химия и технология соединений нафталинового ряда / Пер. с англ. под ред. А.И. Королева. – М.: Госхимиздат, 1963. – 656 с.
8. Pawelleck D., Behre П., Bonse G. e. a.//Ullmanns Encyklopadie der technischen Chemie. 4-te Aufl. B. 17. Weinheim: Verlag Chemie, 1979. – S. 83-41.26. 4d'5. Пат. з.
9. Джильберт Э.Е. Сульфирование органических соединений / Пер. с англ. под ред. А.И. Гершеневича. – М.: Химия, 1969. – 414 с.
10. Cerfontain H. Mechanistic Aspects in Aromatic Sulfonation and Desulfonation. X. Y.: Intersciens Publ. 1968. – 314 p.
11. Багал И.Л., Салов В.В. // Ж-ВХО им. Д.И. Менделеева. 1984. – Т.29. – Вып. 5. – С. 572-577.
12. А. с. 910610 СССР. 1981.//Бюлл. изобр. – 1982. – №9. – С. 82.
13. Effenberger F.//Angew. Chem. 1980. – В. 92. – №3. – S. 147–168.
14. Friedel-Crafts and Related Reactions / Ed. G.A. Olah. N. Y.: Wiley, 1963-1964. – V.1. – 1031 p. – V. 2. – 1362 p. – V. 3. – 1606 p.,.
15. Effenberger F., Sohn E., Epple C.// Chem. Ber. – 1983. В. Мб. – N3. – S. 1195–1208.
16. Sepnanza M., Sparapani C. // J. Am. Chem. Soc. – 1980. – V. 102. – N 9. – P. 3120–3124.
17. Tan LK., Brownstein S. // J. Org. Chem. – 1983. – V. 48. – N3. – P. 302–306.
18. Buckley T.F., Rapoport H. // J. Am. Chem. Soc. – 1980. – V. 102. – N 9. – P. 3056–3062.
19. Olah G.A., Kobayashi S. // Ibid. 1971. – V. 93. – N25. – P. 6964-6967.
20. De Haan F.P., Covey W.D., Delker G.L. e. a.//J. Org. Chem. – 1984. – V.49. – N21. – P. 3953–3963.
21. Ланге, К.Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, анализ, применение / К.Р. Ланге; под науч. ред. Л.П. Зайченко. – СПб.: Профессия, 2004. – 240 с., ил.
22. Olah G. AFriedel-Crafts Chemistry. N.Y.: Wiley, 1973. – 581 p.

23. Плохова С.Е., Саттарова Э.Д., Елпиндинский А.А. Изучение влияния анионных и катионных ПАВ на деэмульгирующую эффективность неионогенных ПАВ // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – №16. – С. 39–40.
24. Шилова С.В., Галиуллина Г.Х., Третьякова А.Я., Барабанов В.П. Мицеллообразование анионного ПАВ природного происхождения в водных средах // Вестник технологического университета. – 2015. – Т.18. – №16. – С. 44-46.
25. Лутфуллина Г.Г., Зиннатуллина З.А. О возможности регулирования пенообразующей способности композиций ПАВ // Вестник технологического университета. – 2015. – Т.18. – №15. – С. 197–199.
26. Лутфуллина Г.Г. Исследования влияния ПАВ на основе побочного продукта производства олеиновой кислоты на обезжиривание мехового сырья // Вестник Казанского технологического университета. – 2010. – №1. – С. 268–272.
27. Kumar N., Tyagi R. Characteristic and Application of Anionic Dimeric Surfactants: A Review. Tenside Surfactants: detergents. – 2019. – Том 56. – Выпуск 3. – С. 172–179.
28. Лутфуллина Г.Г. Исследование свойств анионоактивного ПАВ на основе жирных кислот пальмового масла и метанола // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – №22. – С. 99–100.

REFERENCES

1. Fazylzianov, R.R. Issledovanie deemylgiryuyih i poverhnostnyh svoystv kompozitsionnyh reagentov dlia neftepromyslov / R.R. Fazylzianov, A.A. Elpidinskiy, A.A. Grechikhina // Vestnik Kazanskogo gosydarstvennogo tehnologicheskogo yuniversityeta. – 2011. – №10. – S. 169-172.
2. Bellamy L. Infракрасные спектры сложных молекул. – М.: ИЛ, 1963.
3. Hummel K. Analyse der Tenside. Munchen, Verlag C. Hanser, 1962.
4. Kysakov M.M., Shimanko N.A., Shishkina M.V. Yltrafioletovye spektry pogloeniya aromaticeskikh yglevodородov. – М.: Izd-vo AN SSSR, 1963.
5. Mtemovskiy L.I., Baskakova M.I. v sb.: «Obogaeniye fosfatnyh ryd» // Trudy Gos. nauch.-issled. in-ta gornohimich. syria. – Vyp. 8. – М.: Gosgortehizdat, 1962. – S. 138.
6. Frank H.-G., Stadelhofer J. W. Industrial Aromatic Chemistry. – Berlin: Springer-Verlag, 1988. – 486 r.
7. Donaldson N. Himiya i tehnologiya soedineniy naftalinovogo riada / Per. s angl. pod red. A.I. Koroleva. – М.: Goshimizdat, 1963. – 656 s.
8. Pawelleck D., Behre P., Bonse G. e. a. // Ullmanns Encyklopadie der technischen Chemie. 4-te Aufl. B. 17. Weinheim: Verlag Chemie, 1979. – S. 83–41.26. 4d'5. Pat. z.
9. Djilbrst E.E. Sylfirovaniye organicheskikh soedineniy / Per. s angl. pod red. A.I. Gershenovicha. – М.: Himiya, 1969. – 414 s.
10. Cerfontain N. Mechanistic Aspects in Aromatic Sulfonation and Desulfonation. X. Y.: Intersciens Publ. 1968. – 314 p.
11. Bagal I.L., Salov V.V. // J-VHO im. D.I. Mendeleeva. 1984. – T.29. – Vyp. 5. – S. 572-577.
12. A. s. 910610 SSSR. 1981. // Byll. izobr. – 1982. – №9. – S. 82.
13. Effenberger F. // Angew. Chem. 1980. – B. 92. – №3. – S. 147–168.
14. Friedel-Crafts and Related Reactions / Ed. G.A. Olah. N. Y.: Wiley, 1963-1964. – V.1. – 1031 p. – V. 2. – 1362 p. – V. 3. – 1606 p.,.
15. Effenberger F., Sohn E., Epple C. // Chem. Ber. – 1983. V. Mb. – N 3. – S. 1195–1208.
16. Sepnanza M., Sparapani C. // J. Am. Chem. Soc. – 1980. – V. 102. – N 9. – P. 3120–3124.
17. Tan L.K., Brownstein S. // J. Org. Chem. – 1983. – V. 48. – N3. – P. 302–306.
18. Buckley T.F., Rapoport H. // J. Am. Chem. Soc. – 1980. – V. 102. – N 9. – P. 3056–3062.
19. Olah G.A., Kobayashi S. // Ibid. 1971. – V. 93. – N25. – P. 6964–6967.

20. De Haan F.P., Covey W.D., Delker G.L. e. a. // *J. Org. Chem.* – 1984. – V.49. – N21. – P. 3953-3963.
21. Lange, K.R. Poverhnostno-aktivnye veestva: sintez, analiz, primenenie / K.R. Lange; pod naých. red. L.P. Zaichenko. – SPb.: Professia, 2004. – 240 s., il.
22. Olah G. *AFriedel-Crafts Chemistry*. N. Y.: Wiley, 1973. – 581 p.
23. Plohova S.E., Sattarova E.D., Elpindinski A.A. Izýchenie vlianiia anionnyh i kationnyh PAV na deemýlgirýýýy effektivnost neionogennyh PAV // *Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo ýniversiteta.* – 2012. – №16. – S. 39–40.
24. Shilova S.V., Galýllina G.H., Tretiakova A.Ia., Barabanov V.P. Mitsellobrazovaniia anionnogo PAV prirodnoho proishojdeniia v vodnyh sredah // *Vestnik tehnologicheskogo ýniversiteta.* – 2015. – T.18. – №16. – S. 44–46.
25. Lýtfýllina G.G., Zinnatýllina Z.A. O vozmojnosti regýlirovaniia penoobrazýýei sposobnosti kompozitsii PAV // *Vestnik tehnologicheskogo ýniversiteta.* – 2015. – T.18. – №15. – S. 197–199.
26. Lýtfýllina G.G. Issledovaniia vlianiia PAV na osnove pobochnogo prodýkta proizvodstva oleinovoí kisloty na obezjurivanie mehovogo syria // *Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo ýniversiteta.* – 2010. – №1. – S. 268–272.
27. Kumar N., Tyagi R. Characteristic and Application of Anionic Dimeric Surfactants: A Review. *Tenside Surfactants: detergents.* – 2019. – Tom 56. – Vypýsk 3. – S. 172–179.
28. Lýtfýllina G.G. Issledovanie svoistv anionaktivnogo PAV na osnove jurnyh kislót palmovogo masla i metanola // *Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo ýniversiteta.* – 2014. – №22. – S. 99–100.

**ЯСАУИ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ
YESEVI ÜNİVERSİTESİ HABARŞISI**

Редакцияның мекен-жайы
*161200, Қазақстан Республикасы, Түркістан облысы, Түркістан қаласы,
ХҚТУ қалашығы, Б.Саттархан даңғылы, №29В, Бас ғимарат, 404-бөлме*
☎(8-725-33) 6-38-26
E-mail: khabarshi.iktu@ayu.edu.kz

Ғылыми редакторлар: ф.ғ.к., профессор Сердәлі Бекжігіт,
ф.ғ.к., доцент Мансұров Нұрлан,
ф.ғ.к. Семіз Кенан
Аға редактор: Әбілдаева Гүлжан
Редактор: Садыкова Айгүл

Жарияланған мақала авторының пікірі редакция көзқарасын білдірмейді.
Мақала мазмұнына автор жауап береді.
Қолжазбалар өңделеді және авторларға қайтарылмайды.
«Ясауи университетінің хабаршысына» жарияланған материалдарды
сілтемесіз көшіріп басуға болмайды.

*Журнал Қожса Ахмет Ясауи атындағы
Халықаралық қазақ-түрік университетінің
«Тұран» баспаханасында көбейтілді.*
Басуға 30.09.2020 ж. қол қойылды. Пішімі 60X84/8. Қағазы офсеттік.
Шартты баспа табағы 22.5. Таралымы 200 дана. Тапсырыс 723. ©

Баспахана мекен-жайы:
*161200, Қазақстан Республикасы, Түркістан облысы, Түркістан қаласы,
ХҚТУ қалашығы, Б.Саттархан даңғылы, №29В, 2-ші ғимарат*
☎(8-725-33) 6-37-21 (1080), (1083)
E-mail: turanbaspasi@ayu.edu.kz