

Статья поступила в редакцию: 03.06.2026

Статья принята к публикации: 18.06.2026

Статья опубликована: 28.08.2026

УДК 665.6+543.42

Изменения нефтэмульсии месторождения «Совлигор» по данным ИК-спектроскопии после обработки деэмульгатором

Негматов Сайибжан Садыкович

акад. АН РУз, Заслуженный деятель науки Республики Узбекистан, научный руководитель
Государственного учреждения Фан ва тараккиёт Ташкентский государственный
технический университет

Республика Узбекистан, г. Ташкент

Исмаилов Равшан Исраилович

д-р хим. наук, проф.

Ташкентский государственный технический университет

Республика Узбекистан, г. Ташкент

Негматова Комила Сайибжановна

д-р техн. наук, проф.

Государственного учреждения Фан ва тараккиёт Ташкентский государственный
технический университет

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: fan_va_taraqiyot@mail.ru

Раупова Дилфуза Нуруллаевна

науч. сотр., PhD

Государственного учреждения Фан ва тараккиёт Ташкентский государственный
технический университет

Республика Узбекистан, г. Ташкент

Мусабеков Дилишод Хакимович

науч. сотр., PhD

Государственного учреждения Фан ва тараккиёт Ташкентский государственный
технический университет

Республика Узбекистан, г. Ташкент

Рахимов Хуришид Юлдашевич

ст. науч. сотр., PhD

Государственного учреждения Фан ва тараккиёт Ташкентский государственный
технический университет

Республика Узбекистан, г. Ташкент

Changes in the oil emulsion of the Sovligor field according to IR spectroscopy data after treatment with a demulsifier

Negmatov Sayibjan

*Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Honored Scientist of the Republic of Uzbekistan, Scientific Supervisor, State Institution Fan va Tarakkiyot Tashkent State Technical University
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Ismailov Ravshan

*doctor of Chemical Sciences, Professor
Tashkent State Technical University
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Negmatova Komila

*doctor of Technical Sciences, Professor
State Institution Fan va Tarakkiyot, Tashkent State Technical University
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Raupova Dilfuza

*Researcher, PhD
State Institution Fan va Tarakkiyot, Tashkent State Technical University
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Musabekov Dilshod

*Researcher, PhD
State Institution Fan va Tarakkiyot, Tashkent State Technical University
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Rahimov Khurshid

*Senior Researcher, PhD
State Institution Fan va Tarakkiyot, Tashkent State Technical University
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Аннотация

В работе представлены результаты изучения изменений структуры нефтеэмульсии месторождения «Совлигор» методом инфракрасной (ИК) спектроскопии после обработки разработанным композиционным деэмульгатором. Исходные спектры нефтеэмульсии содержат полосы поглощения, характерные для углеводородных систем, что подтверждает наличие длинных метиленовых цепочек, метильных и изопропильных групп, а также нафтеновых и ароматических структур с различной степенью замещения. После введения деэмульгатора наблюдаются изменения в интенсивности и положении отдельных полос, что свидетельствует о разрушении межфазных пленок и снижении устойчивости эмульсионной системы. ИК-спектроскопия показала, что применение композиционного деэмульгатора способствует дестабилизации водонефтяной эмульсии, облегчает процесс разделения фаз и повышает эффективность подготовки нефти к транспортировке и переработке. Полученные данные подтверждают перспективность использования данного реагента в промышленных условиях месторождения «Совлигор». Эффективность деэмульгатора существенно зависит от условий образования и свойств обрабатываемой водонефтяной эмульсии. Для снижения расхода деэмульгатора и повышение эффективности его действия необходим

Библиографическое описание: Изменения нефтеэмульсии месторождения «Совлигор» по данным ИК-спектроскопии после обработки деэмульгатором // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Негматов С.С. [и др.]. 2026. 8(149). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/23052>

индивидуальный подбор деэмульгатора для каждого типа эмульсии и конкретные условия его применения. Таким образом, деэмульгаторы удовлетворяют большинству предъявляемых требований, но, обладая ещё и хорошими моющими свойствами, эти ПАВ смывают со стенок труб и оборудования нефтяные плёнки и обнажают поверхность металла для контакта с корродирующими веществами.

Abstract

The study presents the results of investigating structural changes in the oil emulsion of the Sovligor field using infrared (IR) spectroscopy after treatment with a developed composite demulsifier. The initial spectra of the oil emulsion contain absorption bands characteristic of hydrocarbon systems, confirming the presence of long methylene chains, methyl and isopropyl groups, as well as naphthenic and aromatic structures with varying degrees of substitution. After the introduction of the demulsifier, changes in the intensity and position of certain bands were observed, indicating the destruction of interfacial films and a reduction in the stability of the emulsion system. IR spectroscopy demonstrated that the application of the composite demulsifier promotes destabilization of the water–oil emulsion, facilitates phase separation, and increases the efficiency of oil preparation for transportation and refining. The obtained data confirm the potential of this reagent for use under field conditions at the Sovligor deposit. The effectiveness of the demulsifier significantly depends on the conditions of emulsion formation and the properties of the treated water–oil system. To reduce reagent consumption and enhance its efficiency, an individual selection of the demulsifier is required for each type of emulsion and specific application conditions. Thus, demulsifiers meet most of the operational requirements; however, due to their strong detergent properties, these surfactants also wash oil films from the walls of pipelines and equipment, exposing the metal surface to contact with corrosive agents.

Ключевые слова: нефтеэмульсия, месторождение «Совлигор», ИК-спектроскопия, композиционный деэмульгатор, межфазные взаимодействия, разрушение эмульсии.

Keywords: oil emulsion, Sovligor field, IR spectroscopy, composite demulsifier, interfacial interactions, emulsion breakdown.

Введение

Нефтяная промышленность занимает ключевое место в мировой экономике, определяя стратегическое развитие ряда стран. Модернизация нефтеперерабатывающей и нефтехимической отраслей тесно связана с совершенствованием технологий переработки углеводородного сырья, внедрением инновационных процессов, направленных на повышение эффективности, ресурсосбережение и улучшение качества продукции. Важным этапом подготовки нефти является удаление воды, солей и примесей, препятствующих стабильной переработке. В этой связи актуальной задачей остаётся разработка эффективных химических реагентов для обессоливания и обезвоживания нефтеэмульсий, а также внедрение энергосберегающих и экологически безопасных технологий первичной переработки [6, 2].

Деэмульгаторы — химические реагенты, применяемые для разрушения нефтяных эмульсий, возникающих при добыче и транспортировке нефти. Они способствуют ускоренному отделению воды, снижению вязкости, предотвращению коррозии и загрязнений, улучшая качество товарной нефти [1].

Особую сложность представляет разделение эмульсий с высоким содержанием природных эмульгаторов (смола, асфальтенов, парафинов) и механических примесей. Эффективным решением является разработка реагентов, адаптированных к составу нетрадиционных нефтей [4, 7].

Наибольшее распространение получили неионогенные ПАВ благодаря низкому расходу (5–60 г/т), хорошей растворимости, устойчивости к солям и кислотам и отсутствию осадков. Они также не способствуют образованию эмульсий «нефть в воде», снижая загрязнение сточных вод [3, 10, 8].

В республике по развитию нефтеперерабатывающей отрасли принимается ряд мер, направленных на повышение эффективности нефтепереработки и качества нефтепродуктов. Однако разработка и создание эффективных методов очистки и технологий экстракции в соответствии с технологическими стандартами является актуальной проблемой для республики.

Исходя из этих целей, одной из актуальных задач на сегодня является разработка альтернативных условий технологических процессов производства высококачественных нефтепродуктов – разработка новых эффективных композиционных химических реагентов – деэмульгаторов на основе местного сырья и промышленных отходов для обессоливания и обезвоживания сырой нефти.

Объекты и методики исследования. Объектами исследования являются многоатомные спирты (глицерин), карбамид, ПАВ и спиртовые отходы.

В работе содержание ароматических, парафиновых и нафтеновых структур определяли по ИК-спектрам в лаборатории «Центр передовых технологий Республики Узбекистан», с коэффициентами поглощения при 1600 и 2850 см⁻¹, которые регистрировали на спектрофотометре, модель IRAffinity-1S с Фурье-преобразованием сигнала производства фирмы Shimadzu (Япония).

Полученные результаты и их обсуждение. Работа по разработке композиционных химических реагентов-деэмульгаторов была выполнена в лаборатории «Механохимическая технология композитов и химических реагентов» ГУ «Фан ва тараккиёт» [5, 12].

Среди разнообразных методов изучения строения органических и неорганических соединений, в том числе нефтяного происхождения, важное место занимает метод инфракрасной спектроскопии (ИКС), основанный на поглощении, отражении и рассеивании энергии инфракрасного излучения при прохождении через вещество.

По своим возможностям метод ИК-спектроскопии почти универсален. Исследования нефтей и нефтепродуктов проводятся в ближней, средней и дальней областях ИК-спектра [11, 9].

ИК спектры нефтеэмульсии месторождения «Совлигор» содержат полосы поглощения, характерные для углеводородных систем: подтверждено присутствие длинных метиленовых цепочек, метильных, изопропильных групп, нафтеновых и ароматических структур с разной степенью замещения (рис. 1).

Как видно из анализа данных, представленных на рисунке для характеристики нефтей методом ИКС изучены следующие полосы поглощения: полоса при $726 - 741 \text{ см}^{-1}$, отвечающая деформационным маятниковым колебаниям метиленовой группы. Полоса в области $1032,94 - 1159,54 \text{ см}^{-1}$ – веерным и крутильным колебаниям CH_2 -группы.

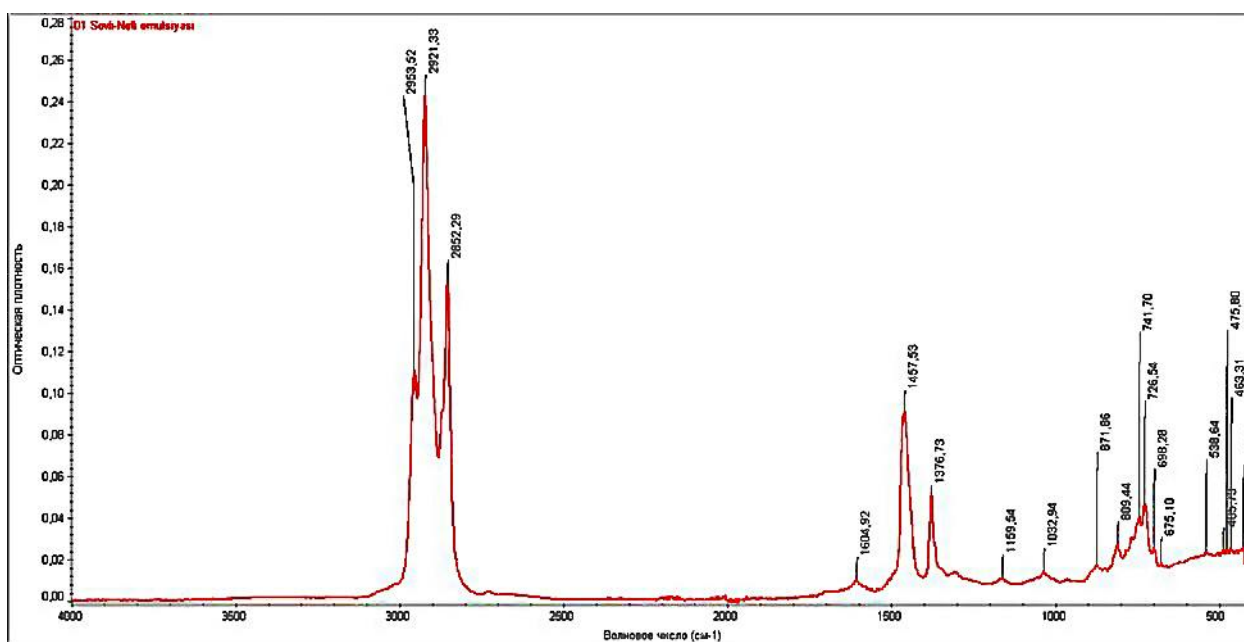


Рисунок 1. Анализ ИК-спектра нефтэмульсии месторождения «Совлигор»

Для средней молекулы оценивается содержание метиленовых групп (CH_2) по полосе поглощения $740,96 \text{ см}^{-1}$, метильных групп (CH_3) по полосе поглощения $740,96 \text{ см}^{-1}$, сульфоксидных групп (SO) по полосе поглощения $1032,24 \text{ см}^{-1}$ и ароматических соединений по полосе поглощений $1607,30, 809,44, 741,70 \text{ см}^{-1}$.

Наличие в составе свойств смолы напоминает спектры конденсированных бициклических ароматических углеводородов. Основное различие между ними заключается в поглощении кривых колебаний в спектрах смол, соответствующих требованиям групп $\text{C} = \text{O}$ и $-\text{C} - \text{O} - \text{C} -$.

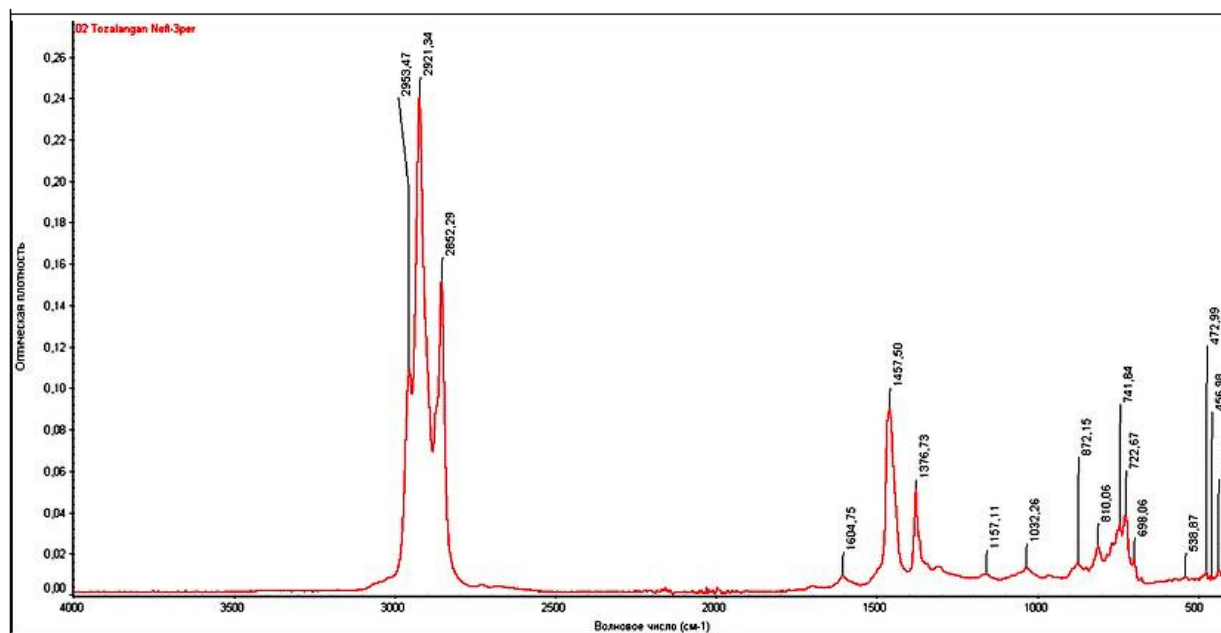


Рисунок 2. Анализ ИК-спектра очищенной нефти с разработанным композиционным деэмульгатором

Используя анализ ИК-спектра нефтеэмульсии, извлеченного из природной нефти, сильные линии поглощения при 2922 см^{-1} и 2853 см^{-1} можно различить по симметричным и антисимметричным колебаниям в соответствии с группой CH_2 .

Поглощение линий 1461 см^{-1} , 1376 см^{-1} и 749 см^{-1} относится к колебаниям длинных парафиновых цепей $\text{CH}_2\text{-CH}_2$ и относится к метиленовой группе 1467 см^{-1} , при 1461 см^{-1} к метильной группе.

Анализ ИК-спектра выявляет не только разницу в парафинах, циклопарафинах и тяжелых комплексных углеводородах, но и в менее значимой группе асфальтеновых углеводородов (рис. 3.).

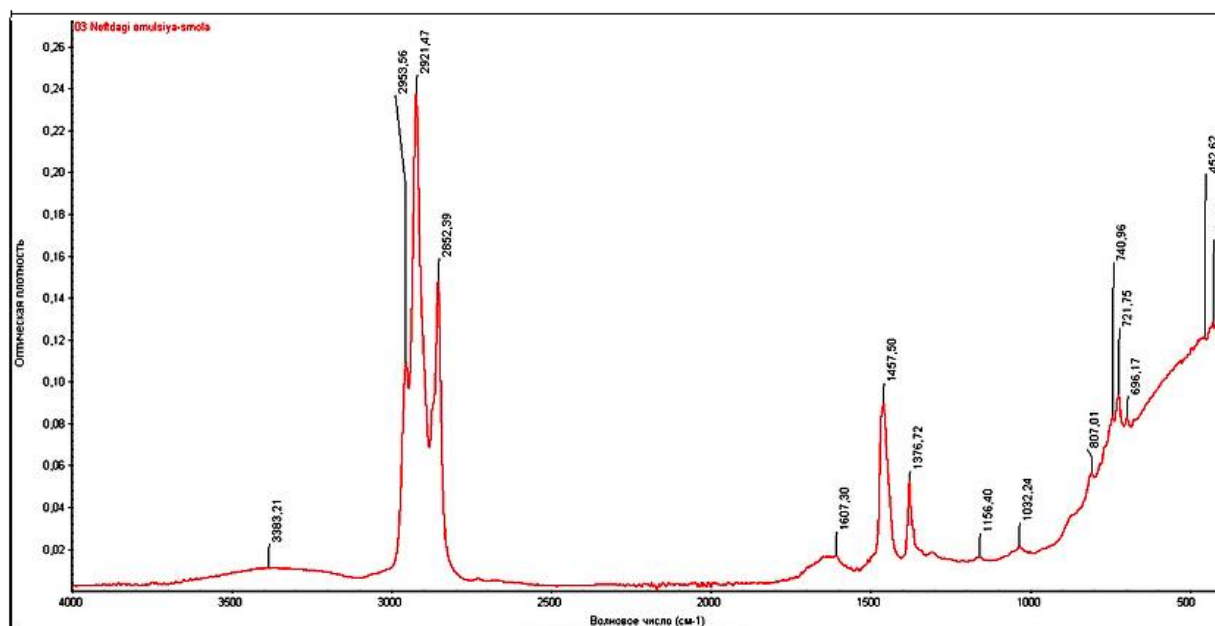


Рисунок 3. Анализ ИК-спектра твердых углеводородов нефтеэмульсии месторождения «Совлигор»

Основой вышеуказанных различий является линейное поглощение конденсированных углеводородов с линией $1032,94\text{ см}^{-1}$, а интенсивность триплета $807,01 - 452,62\text{ см}^{-1}$ отчетливо наблюдается в ИК-спектре композиции (рис. 3.). Присутствие неразветвленных парафиновых структур доказывалось сильными полосами поглощения при $807,01$ и $1457,50\text{ см}^{-1}$. Согласно сложной химической группе, анализ ИК-спектра нефтеэмульсии, привел к поглощению линий при $1376,72 - 1607,30\text{ см}^{-1}$, которые включали парафин, полициклические ароматические углеводороды, смолы и асфальтены. Их результаты характеризуют $\text{C} = \text{O}$ карбонильные группы кислот, содержащихся в ароматических кислотах. Структура этих групп показывает, что в формировании дисперсионной фазы происходят сложные химические изменения.

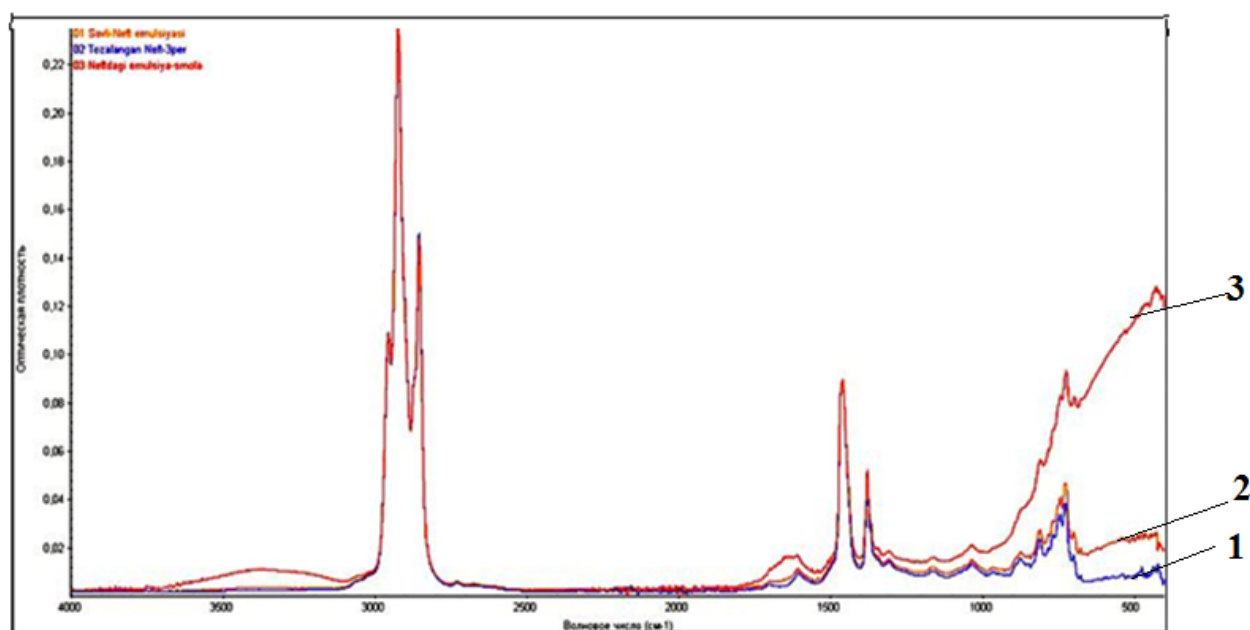


Рисунок 4. Появление изменений нефтяной эмульсии после обработки разработанным композиционным деэмульгатором в ИК-спектре

1-Очищенный нефть; 2-нефтеэмульсия; 3-эмульсионный слой нефти

Спектральные коэффициенты, являющиеся отношением оптических плотностей полос поглощения на частотах $1710, 1600, 1380$ и 720 см^{-1} , использованы при определении изменения углеводородного и структурно-группового состава остаточных нефтей, извлекаемых экстракцией из нефтесодержащих пород, что позволило в совокупности с другими данными оценить вклады влияния таких основных факторов, как окисление нефти закачиваемой водой, изменение минерального состава породы, определяющих качественный состав остаточных нефтей в неоднородных терригенных пластах.

ИК-спектры нефтеэмульсии месторождения «Совлигор» демонстрируют характерные полосы поглощения, присущие углеводородным системам. Анализ спектров позволил подтвердить наличие следующих структурных фрагментов:

Длинные метиленовые цепочки ($-\text{CH}_2-$) — свидетельствуют о присутствии парафиновых компонентов, формирующих основу углеводородной матрицы.

Метильные группы ($-\text{CH}_3$) — указывают на наличие алканов и боковых заместителей в структуре углеводородов.

Изопропильные группы — отражают присутствие разветвлённых углеводов, что влияет на физико-химические свойства нефти.

Нафтенновые циклы — подтверждают наличие циклоалканов, которые повышают плотность и вязкость нефти.

Ароматические структуры с различной степенью замещения — свидетельствуют о сложной композиции углеводов, включающей бензольные ядра и их производные.

Заключение

ИК-спектроскопия подтвердила сложный состав нефтэмульсии, включающий парафиновые, нафтенновые и ароматические компоненты. Наличие разнообразных функциональных групп указывает на высокую структурную неоднородность системы. Полученные данные позволяют оценить устойчивость эмульсии и прогнозировать её поведение при обработке деэмульгаторами. Метод ИК-спектроскопии доказал свою информативность для анализа межфазных взаимодействий и структурных особенностей углеводородных систем.

Таким образом, спектральный анализ нефтэмульсии месторождения «Совлигор» даёт полное представление о её молекулярной структуре и подтверждает наличие широкого спектра углеводородных соединений, что имеет важное значение для выбора оптимальных методов деэмульсации и подготовки нефти к переработке.

Список литературы

1. Аль-Обайди, Адель Шариф Хамади. Деэмульгаторы для подготовки тяжелых нефтей: дис. ... канд. техн. наук / Аль-Обайди Адель Шариф Хамади. – Казань. – 2004. – 171 с.
2. Башкирцева, Н.Ю. Композиции на основе неионогенных ПАВ для комплексного решения задач повышения нефтеотдачи, подготовки и транспортирования высоковязких нефтей: дис. ... д-ра техн. наук: 02.00.13 / Башкирцева Наталья Юрьевна. – Казань: КГТУ. – 2009. – 360 с.
3. Виноградов, В.М. Образование, свойства и методы разрушения нефтяных эмульсий: метод. указ. / В.М. Виноградов, В.А. Винокуров. – Москва: ФГУП «Нефть и газ»; РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина. – 2007. – 31 с.
4. Леонтьева, А.И. Формирование структуры водонефтяных эмульсий / А.И. Леонтьева, Н.Н. Балабаева, К.В. Брянкин [и др.] // Вестник ТГТУ. – 2017. – № 4. – С. 635–637.
5. Негматов, С.С. Анализ результатов, полученных по существующим технологиям, с целью разработки технологических процессов и режимов обезвоживания масла, отделения механических смесей и металлических примесей / С.С. Негматов, К.С. Негматова, Ю.К. Рахимов [и др.] // Композиционные материалы. – 2023. – № 1. – С. 229–230.
6. Очилов, А.А. Процесс разрушения устойчивых эмульсий местных нефтей с деэмульгатором / А.А. Очилов, М.А. Кудратов. – Бухара: Изд-во Бухарского инженерно-технологического института, 2014. – Т. 2. – 278 с.

7. Пулатов, Б.А. Исследование новых композиционных деэмульгаторов при обезвоживании нефти / Б.А. Пулатов, Л.Д. Смирнова, О.Э. Курбанбаева, Р.Р. Махкамов // *Узбекский химический журнал*. – 2005. – № 5. – С. 3–7.
8. Ситдикова, С.Р. Применение химических реагентов для совершенствования процессов подготовки нефти: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Уфа. – 2003. – 23 с.
9. Тарасевич, Б.Н. ИК-спектры основных классов органических соединений: справ. материалы / Б.Н. Тарасевич. – Москва. – 2012. – 55 с.
10. Фахретдинов, Р.Р. Совершенствование технологии предварительного обезвоживания нефти // *Тр. Башнипинефть*. – 2001. – С. 157–162.
11. Халиуллин, Ф.А. Инфракрасная спектроскопия в фармацевтическом анализе: учеб. пособие / Ф.А. Халиуллин, А.Р. Валиева, В.А. Катаев. – 160 с.
12. Negmatov, S.S. Investigation of the physicochemical properties of the developed composite demulsifier based on local and secondary raw materials for the destruction of oil emulsion / S.S. Negmatov, N.S. Abed, K.S. Negmatova [et al.] // *PPOR*. – 2024. – Т. 25, № 1. – P. 207–216. – DOI: 10.62972/1726–4685.2024.1.207.

References

1. Al-Obaidi A.S.H. Al-Obaidi Adel Sharif Hamadi. Al-Obaidi Adel Sharif Hamadi. Demulsifiers for the preparation of heavy oils. Candidate of Technical Sciences Dissertation. Kazan, 2004, Kazan. – Kazan, 2004. – 171 P.
2. Bashkirtseva N.Yu. Compositions based on nonionic surfactants for complex solutions to enhance oil recovery, preparation, and transportation of high-viscosity oils. Doctor of Technical Sciences Dissertation: 02.00.13. – Kazan: KSTU, 2009. – 360 P.
3. Vinogradov V.M., Vinokurov V.A. Formation, properties, and methods of destruction of oil emulsions: Methodological guidelines. – Moscow: FSUE “Oil and Gas”, Gubkin Russian State University of Oil and Gas, 2007. – 31 P.
4. Leontyeva A.I., Balabaeva N.N., Bryankin K.V. et al. Formation of the structure of water-oil emulsions // *Bulletin of TSTU*. – 2017. – № 4.
5. Negmatov S.S., Negmatova K.S., Rakhimov Yu.K., Raupova D.N., Ikramova M.E., Rakhimov H.Yu., Musabekov D.Kh. Analysis of results obtained from existing technologies for the development of technological processes and regimes of oil dehydration, separation of mechanical mixtures and metallic impurities. *Composite Materials*, No. 1, 2023, P. 229–230.
6. Ochilov A.A., Kudratov M.A. Process of destruction of stable emulsions of local oils with demulsifier. Bukhara: Publishing House of Bukhara Engineering-Technological Institute, 2014, Vol. 2, 278 P.
7. Pulatov B.A., Smirnova L.D., Kurbanbaeva O.E., Makhkamov R.R. Study of new composite demulsifiers in oil dehydration. *Uzbek Chemical Journal*, 2005, No. 5, P. 3–7.
8. Sitdikova S.R. Application of chemical reagents for improving oil preparation processes. Abstract of Candidate of Technical Sciences Dissertation. Ufa. – 2003. – 23 P.

9. Tarasevich B.N. IR Spectra of the Main Classes of Organic Compounds. Reference Materials. Moscow. – 2012. – 55 P.
10. Fakhretdinov R.R. Improvement of technology for preliminary oil dehydration // Proceedings of Bashnipineft,. – 2001.
11. Khaliullin F.A., Valieva A.R., Kataev V.A. Infrared Spectroscopy in Pharmaceutical Analysis. Textbook. – 160 P.
12. Negmatov S.S., Abed N.S., Negmatova K.S., Raupova D.N., Rakhimov H.Y., Tulyaganova V.S., Yulchieva S.B. Investigation of the physicochemical properties of the developed composite demulsifier based on local and secondary raw materials for the destruction of oil emulsion. PPOR,, – P. 207–216 – 2024. – Т. 25, № 1. – URL: <https://doi.org/> (дата обращения: 03.06.2026).