

**ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ЛЁГКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ПРИ ЕГО ХРАНЕНИИ**

**ТАЪСИРИ МОДДАҲОИ ФАЪОЛИ САТҲӢ БА ПАСТ НАМУДАНИ ТАЛАФОТИ КАРБОГИДРОГЕНҲОИ САБУК ҲАНГОМИ НИГОҲДОРИИ ОН**

**EFFECT OF SURFACTANTS ON REDUCING LOSS OF LIGHT HYDROCARBONS DURING ITS STORAGE**

**Азизов Рустам Очильдиевич**, д.т.н., проф., академик Инженерной академии Республики Таджикистан; **Разыков Зафар Абдукахорович**, д.т.н., проф., академик международной Инженерной академии, Горно-металлургический институт Таджикистана (Таджикистан, Душанбе), **Почоев Анушервон Абдукосимович**, старший преподаватель кафедры геологии и нефтегазового дела Горно-металлургического института Таджикистана;

**Азизов Рустам Очильдиевич**, д.и.т., проф., академика Академии муҳандисии Ҷумҳурии Тоҷикистон; **Розиков Зафар Абдукахорович**, д.и.т. проф., академика Академии байналмиллалии муҳандисӣ, Донишқадаи кӯҳию металлургии Тоҷикистон, (Тоҷикистон, Бӯстон), **Почоев Анушервон Абдукосимович**, муаллими калони кафедраи геология ва корҳои нафтӣ ва газӣ, Донишқадаи кӯҳию металлургии Тоҷикистон;

**Azizov Rustam Ochilievich**, Dr. of Technics, Professor, Academician of the Engineering Academy of the Republic of Tajikistan, **E-mail:rustam.azizov57@gmail.com**; **Razykov Zafar Abdukahorovich**, Dr. of Technics, Professor, Academician of the International Engineering Academy, Mining-metallurgical Institute of Tajikistan, **E-mail:zafarrazykov@mail.ru** **Pochoev Anushervon Abdukosimovich**, Senior Lecturer of the Department of Geology and Oil and Gas Business, Mining-metallurgical Institute of Tajikistan, **E-mail: amushervon.pochoev@mail.ru**

**Ключевые слова:** поверхностно-активные вещества (ПАВ), калиевая соль, нефть, испарение, концентрация

В данной работе приведен обзор исследований, связанный с анализом влияния поверхностно-активных веществ (ПАВ) на механизм испарения нефти при его хранении. Актуальность данной темы обусловлена значительными потерями углеводородов в процессе хранения, что приводит к экономическим убыткам и негативному воздействию на окружающую среду. Целью исследования является выявление эффективных ПАВ, способных снизить интенсивность испарения углеводородов. Изучено влияние поверхностно-активных веществ с добавлением определенного содержания солей калия синтетических жирных кислот (СЖК) на давление насыщенных паров нефти. В статье также приведена информация об основных свойствах и механизме действия ПАВ. В ходе эксперимента были проведены тесты с различными типами ПАВ, включающими анионные, катионные и неионогенные вещества. Исследование проводилось в условиях, имитирующих реальные условия хранения в резервуарах, при различных температурах и влажности. По результатам исследований предложена оптимальная концентрация калиевой соли СЖК для максимального уменьшения давления насыщенных паров нефти.

**Вожаҳои калидӣ:** моддаҳои фаъоли сатҳӣ (МФС), намаки калий, нафт, бухоришавӣ, консентратсия

Дар мақола шарҳи тадқиқотҳо дар бораи таҳлили таъсири моддаҳои фаъоли сатҳӣ (МФС) ба механизми бухоришавии нафт ҳангоми нигоҳдории он оварда шудааст. Аҳамияти ин мавзӯ бо талафоти зиёди карбогидрогенҳо дар раванди нигоҳдории вобаста аст, ки ба талафоти иқтисодӣ ва таъсири манфӣ ба муҳити зист оварда мерасонад. Мақсади тадқиқот ошкор кардани МФС-и босамар мебошад, ки метавонанд шиддати бухоришавии карбогидрогенҳоро коҳиш диҳанд. Таъсири моддаҳои фаъоли сатҳӣ бо илова кардани миқдори муайяни намакҳои калий ба кислотаҳои рағани синтетикӣ (КРС) ба фишори бугҳои серишудаи нафт омӯхта шудааст. Дар мақола инчунин дар бораи ҳосиятҳои асосӣ ва механизми амалии МФС маълумот оварда шудааст. Дар ҷараёни озмоиши таҳлилҳо бо намудҳои гуногуни МФС, аз ҷумла моддаҳои анионӣ, катионӣ ва

гайришиногенӣ гузаронида шуданд. Тадқиқот дар он шароитҳо гузаронида шуд, ки шароити воқеии нигоҳдорӣ зарфҳоро дар ҳарорат ва намии гуногун тақлид мекунад. Тибқи натиҷаҳои тадқиқот, консентратсияи оптималии намаки калий КРС барои кам кардани фишори буғҳои сершудаи нафт пешниҳод карда шуд.

**Key words:** *surfactants (surfactants), potassium salt, oil, evaporation, concentration*

The given article provides an overview of studies related to the analysis of the effect of surfactants on the mechanism of oil evaporation during its storage. The relevance of this topic is due to significant losses of hydrocarbons during storage, which leads to economic losses and negative environmental impacts. The aim of the study is to identify effective surfactants capable of reducing the intensity of hydrocarbon evaporation. The effect of surfactants with the addition of a certain content of potassium salts of synthetic fatty acids (SFA) on the pressure of saturated oil vapors has been studied. The article also provides information about the main properties and mechanism of action of surfactants. During the experiment, tests were conducted with various types of surfactants, including anionic, cationic and nonionic substances. The study was conducted under conditions simulating real storage conditions in tanks, at various temperatures and humidity. According to the results of the research, the optimal concentration of the potassium salt of SFA is proposed to maximize the reduction of saturated oil vapor pressure.

Под поверхностно-активными веществами понимают химические соединения, способные вследствие положительной адсорбции изменять фазовые и энергетические взаимодействия на различных поверхностях.

Поверхностная активность, которую в определенных условиях могут проявлять многие органические соединения, обусловлена как химическим строением, в частности, дифильностью (полярностью и поляризуемостью) их молекул, так и внешними условиями, т.е. характером среды и контактирующих фаз, концентрацией ПАВ и температурой [1, с.89].

Механизм действия ПАВ можно объяснить слабой поверхностной активностью на границе с нефтью, незначительными нефтеотмывающими свойствами, большими потерями в пласте, неопределенностями в оценке технологической эффективности метода по промысловым данным.

Поверхностно-активные вещества играют важную роль в процессах хранения и транспортировки нефти, особенно в резервуарах. Они обладают рядом уникальных свойств и механизмов действия, которые позволяют эффективно контролировать различные аспекты нефтяных операций. Ниже приведены основные свойства и механизм действия ПАВ [2, с. 9-12]:

1. **Поверхностное действие.** ПАВ обладают способностью активно взаимодействовать с поверхностями раздела фаз (например, нефть-вода или нефть-воздух), образуя тонкие пленки или стабилизируя дисперсные системы.
2. **Эмульгирование.** Одним из важных свойств ПАВ является их способность эмульгировать несмешиваемые фазы, такие как вода и нефть, образуя эмульсии. Это помогает в уменьшении разделения нефтяных фракций и облегчает их транспортировку и обработку.
3. **Диспергирование.** ПАВ способны диспергировать твердые или жидкие частицы в жидкости, образуя стабильные дисперсные системы. Это может быть полезно для предотвращения отложений и образования эмульсий с высокой вязкостью.
4. **Поверхностное натяжение.** Одно из ключевых свойств ПАВ - снижение поверхностного натяжения жидкостей. Это помогает улучшить проникновение влаги в пористые области нефтяных отложений и увеличить эффективность процессов извлечения нефти.
5. **Стабилизация пен.** ПАВ могут стабилизировать образование пен в системах, содержащих газы. Это важно для предотвращения образования газовых пробок и уменьшения риска аварийных ситуаций.

Вместе с тем ПАВ могут иметь следующие механизмы действия:

1. **Адсорбция на границе раздела фаз.** ПАВ мигрируют к интерфейсу раздела фаз и адсорбируются на его поверхности, образуя защитный слой, который снижает поверхностное натяжение и предотвращает слипание фаз.
2. **Интерференция с коагуляцией частиц.** ПАВ могут вступать в реакцию с частицами в дисперсных системах, изменяя их поверхностные свойства и препятствуя их слипанию.
3. **Формирование микроэмульсий.** При наличии воды и нефти ПАВ могут образовывать стабильные микроэмульсии, облегчая перемещение нефти и предотвращая образование масляных пленок.

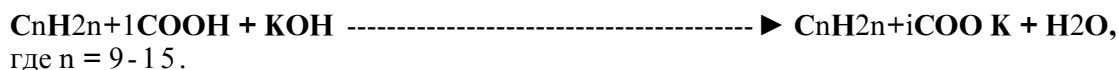
4. **Ингибирование коррозии.** Некоторые ПАВ имеют свойства ингибировать коррозию металлических поверхностей, что важно для защиты оборудования и резервуаров от разрушения.
5. **Нейтрализация загрязнений.** ПАВ могут связываться с различными загрязняющими веществами, такими как соли или органические соединения, и обеспечивать их удаление из нефтяных потоков.

В настоящей работе изучалось влияние поверхностно-активных веществ на механизм испарения нефти путем введения в нефть поверхностноактивного вещества, снижающего концентрацию углеводородов на границе нефти с воздухом, что позволяет снизить упругость насыщенных паров и тем самым уменьшить потери от испарения.

В качестве компонентов были использованы соли СЖК, содержащие разные металлы: СЖК ( $C_nH_{2n+1}COOH$ ), где  $n = 9 - 15$ .

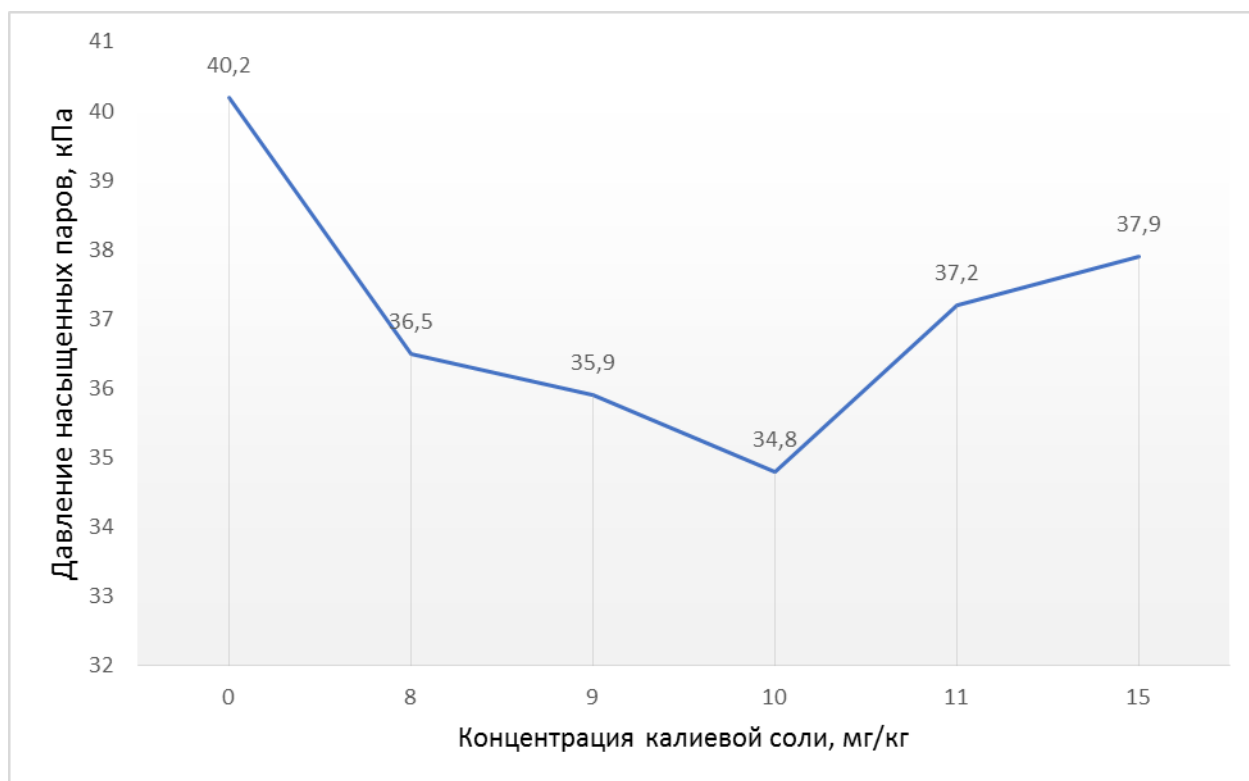
Предварительная оценка влияния ПАВ на снижение потерь легких углеводородов проведена на основе серии опытов в модельной среде – нефти [5].

Для приготовления раствора ПАВ на основе калия, сначала смешивались 10 г дистиллированной воды и 2 г гидроксида калия, далее добавляется в 10 г СЖК при температуре 60 °С с постоянным перемешиванием до завершения реакции:



**Результаты исследований по влиянию ПАВ ( $C_nH_{2n+1}COOK$ ) на давление насыщенных паров в модельной жидкости**

В ходе экспериментов добавлялась присадка к модельной жидкости в различных концентрациях (8, 9, 10, 11, 15 мг/кг). В результате экспериментов установлено, что минимальное давление достигается при концентрации  $C_nH_{2n+1}COOK$  10 мг/кг. При повышении концентрации ПАВ, давление насыщенных паров повышается (рис. 1).



**Рис. 1. Зависимость давления насыщенных паров модельной среды от концентрации  $C_nH_{2n+1}COOK$**

Минимальное давление насыщенных паров наблюдается при концентрации солей калия СЖК равной 10 мг/кг. При дальнейшем увеличении концентрации ПАВ происходит увеличение

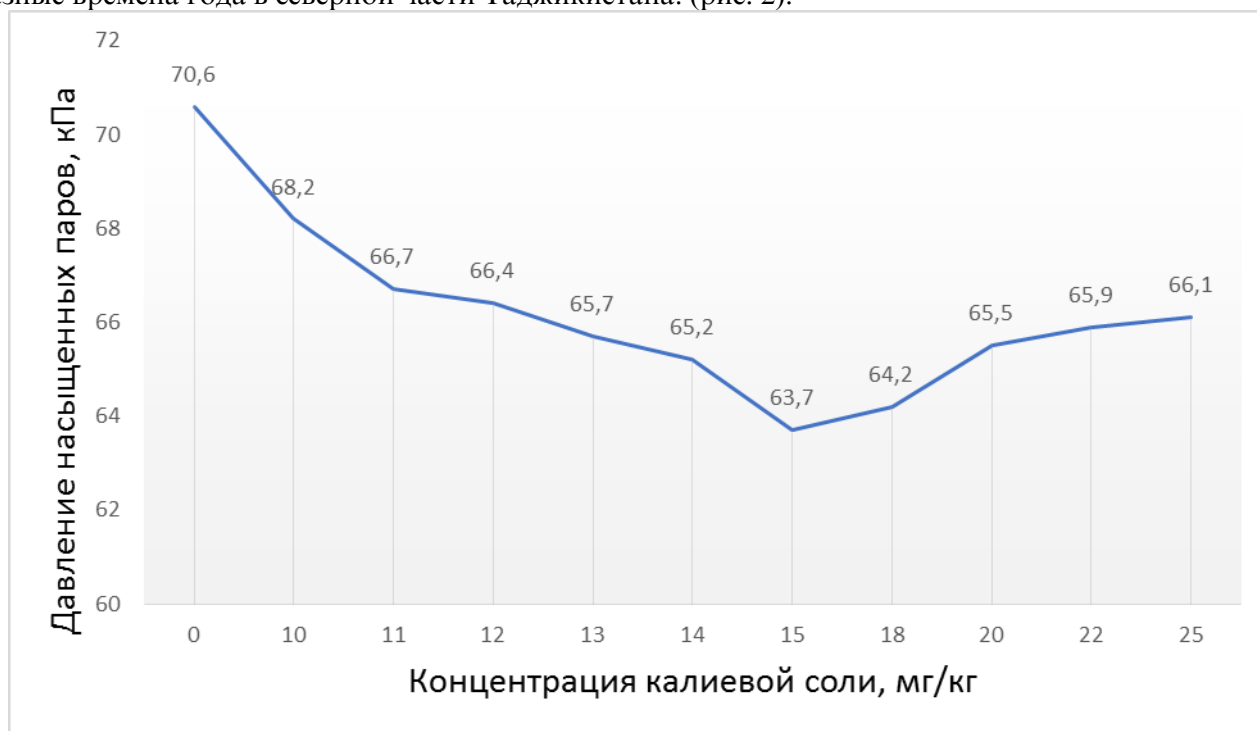
давления насыщенных паров. Наблюдаемое явление объясняется тем, что ПАВ занимает часть поверхности испарения, не препятствуя конденсации, и при увеличении концентрации ПАВ выше оптимальной величины происходит ассоциация молекул ПАВ, что приводит к увеличению поверхности испарения [3, с. 221, 4, с.153].

Следует учесть, что результаты применения поверхностно-активных веществ с добавлением калиевой соли в раствор СЖК для снижения потерь лёгких углеводородов проводились в условиях поддержания температуры в образце 28,8<sup>0</sup>С. Температурная поправка была принята относительно средних изменений температуры.

Однако, Север Таджикистана известен своим жарким и сухим климатом летом, где в некоторых районах показатели температуры могут достигать очень высоких значений. В зависимости от конкретного местоположения и метеорологических условий, абсолютный максимум температуры летом может быть в районе +40<sup>0</sup>С, +45<sup>0</sup>С и даже выше [6].

Исходя из вышесказанного следует, что с целью снижения потерь нефти от испарения, использование присадки солей калия СЖК в объёме 10 мг/кг в поверхностно-активных веществах не покажет эффективность применения в этих условиях. Исходя из этого, с учётом климатических условий Северного Таджикистана следует определить оптимальную концентрацию ПАВ.

В данной работе исследовалась нефть месторождения Махрам с содержанием 10-27 мг/кг калиевой соли СЖК в растворе ПАВ с учётом средних показателей изменения температуры в разные времена года в северной части Таджикистана. (рис. 2):



**Рис 2. Зависимость давления насыщенных паров нефти месторождения Махрам от концентрации  $C_{nH_{2n}+1COOK}$**

Исходя из результатов исследования, следует вывод, что при хранении нефти в условиях Северного Таджикистана, с целью достижения минимального показателя давления насыщенных паров, следует применять раствор ПАВ с концентрацией калиевой соли равным 15 мг/кг.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Аренбристер, В.В. Техничко-экономический анализ потерь нефти и нефтепродуктов/ В.В.Аренбристер. – М.: Химия, 1975. - 160 с.
2. Вережников, В.Н. Коллоидная химия поверхностно-активных веществ / И. И. Гермашева, М. Ю. Крысин // учебное пособие – изд. «Лань», 2015. – 304 с.
3. Глушенко, В.Н. Нефтепромысловая химия: Осложнения в системе пласт-скважина-УППН / М. А.Силин, О.А.Пташко, А.В.Денисова//учебное пособие - М.: МАКС Пресс, 2008.–328 с.
4. Коршак, А.А., Системы улавливания легких фракций нефти и нефтепродуктов из резервуаров / И. Г. Блинов, В. Ф. Новоселов // учебное пособие. Уфа.: Изд. Уфим. нефт.

института. - 1991. – 245 с.

5. Патент №. 2187540 РФ. Р.З. Магарил, Е.Р. Магарил, О.В. Шаламберидзе. Способ снижения потерь легких углеводородов от испарения при их хранении и использовании, 20.08. 2002. - с. 1-6.
6. <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/tajikistan/climate-data-historical>

**REFERENCES:**

1. Arenbrister V.V. Technical and economic analysis of losses of oil and petroleum products - M.: Chemistry, 1975. 160 p.
2. Verezhnikov V.N. Colloidal chemistry of surfactants / I. I. Germasheva, M. Y. Krysin // textbook – ed. "Lan", 2015. 304 p.
3. Glushchenko V.N. Oilfield chemistry: Complications in the formation-well-UPP system / M. A. Silin, O. A. Ptashko, A.V. Denisova // textbook - M.: MAKS Press, 2008. 328 p.
4. Korshak A.A., Systems for capturing light fractions of oil and petroleum products from reservoirs / I. G. Blinov, V. F. Novoselov // textbook. Ufa.: Ed. Ufa. oil. the institute. - 1991. 245 p.
5. Patent No. 2187540 of the Russian Federation. R.Z. Magaril, E.R. Magaril, O.V. Shalamberidze. A method for reducing losses of light hydrocarbons from evaporation during their storage and use, 08/20. 2002. P.1-6.
6. <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/tajikistan/climate-data-historical>