

# Изучение методов исследования физических и коллоидно-химических свойств поверхностно-активных веществ

Обид Олимович Хамроев  
Мирвохид Олимович Сатторов  
Бухарский инженерно-технологический институт

**Аннотация:** В данной работе приведены методы изучения физических и коллоидно-химических свойств поверхностно-активных веществ, полученных на основе местного сырья. В качестве исходных реагентов использованы оксиэтиленовые производные неполных эфиров глицерина с кислотами хлопкового масла.

**Ключевые слова:** вязкость, полиэтиленгликоль, диэфир, моностеарат, поверхностное натяжение, концентрация

## The study of methods for studying the physical and colloidal-chemical properties of surfactants

Obid Olimovich Khamrayev  
Mirvohid Olimovich Sattorov  
Bukhara Institute of Engineering and Technology

**Abstract:** This paper presents methods for studying the physical and colloidal chemical properties of surfactants obtained from local raw materials. Oxy-ethylene derivatives of incomplete glycerol esters with cottonseed oil acids were used as initial reagents.

**Keywords:** viscosity, polyethylene glycol, diester, monostearate, surface tension, concentration

Оценка пенообразующих свойств ПАВ-Х проводилась по двум показателям: зависимости пенообразования и устойчивости пены концентрации и степени оксиэтилирования.

Исследования показали, что с увеличением концентрации пенообразующая способность ПАВ-Х растет; определение устойчивости пек ПАВ-Х показало, что с ростом концентрации устойчивость пены, вначале возрастает, достигает максимума в области ККМ, а затем падает. Существование максимума устойчивости пен, по-видимому, связано с завершением формирования адсорбционного слоя, имеющего максимальную механическую прочность.

Уменьшение устойчивости пен после достижения насыщения адсорбционного слоя может быть объяснено конденсацией микрокапелек ПАВ на межфазной поверхности, а микрогетерогенность поверхности приводит к понижению прочности пузырька.

Известно, что устойчивость пен зависит от гидратации полярных групп молекул пенообразования, обеспечивающих торможение стекания жидкости в плёнках пен, а сцепление концов углеводородных цепей, расположенных на межфазной границе со стороны газовой фазы, необходимо для обеспечения адсорбционного слоя. С этой точки зрения ПАВ-Х, имея небольшую величину работы адсорбции на границе вода-воздух, имеет пеноустойчивость равной 0.80.

Таким образом, пенообразующие свойства ПАВ-Х зависят от насыщения адсорбционного слоя на поверхности раздела фаз и степени их гидратации.

Высокая устойчивость нефтяных эмульсий типа в/м обусловлена образованием на поверхности капель эмульгированной воды защитных слоев из содержащихся в нефти веществ - природных стабилизаторов нефтяных эмульсий. Эти слои, обладая повышенными механическими свойствами (вязкостью и упругостью) препятствуют слиянию капель воды при столкновениях.

Как было отмечено в литературном обзоре, а состав стабилизаторов нефтяных эмульсий входят частицы асфальтенов и смол, находящиеся в нефти в коллоидном состоянии и обладающей невысокой поверхностной активностью, микрокристаллы высокоплавких парафинов с поверхностью модифицированной поверхностно-активными веществами нефти, и в отдельных случаях - микрочастицы минеральных и углистых твердых веществ.

Реагент-деэмульгатор, помимо высокой поверхностной активности, вспенивающей преимущественно его адсорбцию на границе раздела углеводород-вода, должен адсорбироваться на поверхности частиц асфальто-смолистых веществ, микрокристаллов парафина, минеральных и углистых частиц и разрушать контакты между частицами в защитном слое.

Очевидно, более эффективными должны быть реагенты с некоторым преобладанием гидрофобных свойств. Также ПАВ, имея ГЛБ, сдвинутый в липофильную область, плохо растворяются в воде и парафиновых углеводородах, но хорошо – в слабо полярных углеводородных растворителях (ароматических углеводородах, спиртах и т.д.). Такие деэмульгаторы, гидрофобилизируя поверхность частиц в защитных слоях на каплях воды, переводят капля целиком вглубь нефтяной фазы. Это обеспечивает лучшее отделение воды без ухудшения качества обезвоженной нефти. Значения деэмульгирующей способности ПАВ-Х, добавляемого к нефти, содержащей 20% воды сведения в табл. 1.

Таблица 1.

## Результаты сравнительного испытания деэмульгаторов на эмульсии нефти

Деэмульгатор	Расход деэмульгатора г/т нефти	Количество отстоявшейся воды при 60° С, %	
		За 2 часа	За 4 часа
ПАВ-Х	30	76	78
	50	84	86
	100	91	95
ОП-10	100	6	11
Дисольван-4411	30	81	90
	50	90	96

Как видно из таблицы, по деэмульгирующей способности ПАВ-Х приближается к эффективности диссольвана-4411. Однако расход ПАВ-Х в два раза больше, чем диссольвана. Механизм разрушения нефтяных эмульсий можно разбить на три элементарные стадии.

- столкновение глобул воды;
- слияние их в более крупные капли;
- выпадение капель или выделение в виде сплошной водной фазы.

Данные таблицы показывают, что эффективность работы деэмульгатора существенно зависит от его свойства. На эффективность применения деэмульгатора существенно влияют.

- температура ведения процесса;
- интенсивность и длительность перемешивания эмульсии;
- время разделения эмульсии;
- длительность и интенсивность перемешивания эмульсии с промывной водой;

Основные показатели эффективности применения деэмульгатора:

- полнота отделения воды в процессе обезвоживания;
- полнота удаления солей;
- содержание нефти в отделившейся воде;
- полнота смещения пластовой и промывной воды в процессе обессоливания.

Нами также было определение эффективности предложенного деэмульгатора для обессоливания нефтей.

Была приготовлена эмульсия нефти с содержанием поваренной соли и изучена степень обессоливания нефти после термического отстоя через 1, 2 и 3 часа (Рис.1).

Результаты лабораторных исследований показали, что ПАВ-Х при малой концентрации обладает достаточно высокой степенью обессоливания (91%).

Высокосмолистые нефти в пластовых условиях обладают структурно-механическими свойствами, так как вязкость и подвижность таких нефтей

зависят от напряжений сдвига и градиентов давления. Их фильтрация в пористой среде не подчиняется законам Ньютона и Дарси.

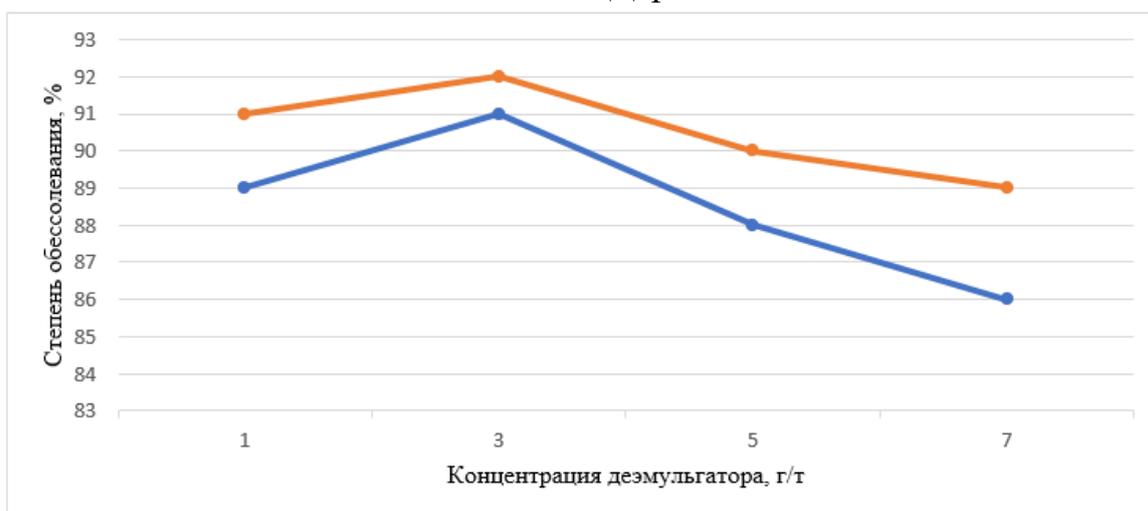


Рис.1. Зависимость степени обессоливания нефти от концентрации ПАВ-Х

Структурно-механические свойства нефти влияют на нефтеотдачу пластов. По сведениям некоторых авторов, нефтеотдача на месторождениях неньютоновских нефтей почти в 2 раза ниже, чем ньютоновских. Естественно, что ослабление структурно-механических свойств нефти благоприятно скажется как на нефтеотдаче, так и на своем процессе разработки залежей. Эти параметры можно существенно изменить путем ввода в нефть ПАВ, которые, адсорбируясь на основных структурообразующих компонентах нефти - частицах асфальтенов, ослабляют взаимодействие между ними.

Мы исследовали влияние добавок ПАВ-Х на вязкостные свойства нефти. Опыты проводили на реовискозиметре РВ-8М при температуре 293-333 К. В опытах сравнивали свойства нефти, не содержащих и содержащих ПАВ (табл.2).

Таблица 2

#### Сравнение вязкостных показателей нефти до и после добавления ПАВ

Температура, К	Эффективная вязкость			
	До добавления ПАВ	После добавления ПАВ %		
		0,1	0,5	1,0
293	3,6	3,2	3,0	2,8
303	3,9	3,5	3,3	2,9
308	3,8	3,3	3,0	2,9
313	4,3	3,1	3,1	2,9
318	3,8	3,2	2,9	2,8
323	3,6	3,0	2,8	2,7
328	3,3	3,0	2,8	2,6
333	2,9	2,5	2,4	2,1

Анализ полученных данных позволяет сделать следующие выводы по влиянию ПАВ на вязкостные свойства нефти.

При введении в нефть ПАВ-Х уменьшается вязкость и увеличивается подвижность нефти при её движении. Вероятно, ПАВ заметно влияют на

структурно-механические свойства нефти даже при концентрации 0.1%, с увеличением концентрации их эффективность повышается. На основании этих данных можно сделать заключение, что, вероятно, увеличивается поджимаемость и уменьшаются градиенты давления сдвига под действиями ПАВ при фильтрации нефти в породах с низкой проницаемостью. Интересно отметить, что при температуре 308-313 К наблюдается рост вязкости нефти, а затем идёт снижение. По-видимому, такая аномальность происходит за счёт уселения гидрофобных взаимодействий в структурно – кинетических единицах нефти. Дальнейшее повышение (после 318 К) вероятно разрушает структуру нефти, и последняя становится более текучей и происходит снижение вязкости системы.

#### Выводы:

1. Получено новое поверхностно-активное вещество (ПАВ-Х) путём неполного омыления хлопкового масла с последующим оксиэтилированием полученных моно- и диглицеридов с окисью этилена.

2. В результате коллоидно-химических исследований ПАВ-Х, показано, что:

- значения  $G = 6,1 \cdot 10^{-3} \text{ Нм}^2 / \text{моль}$ , а энергия работы адсорбции его равна 30 кДж/моль;

- площадь, занимаемая молекулой ПАВ-Х ( $S_m \pm 7,1 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2$ ) значительно больше площади поперечного сечения алифатических углеводородов ( $S_n \pm 20 \cdot 10^{20} \text{ м}^2$ ),

- с увеличением концентрации пенообразующая способность ПАВ-Х растет; при этом устойчивость пены вначале растет, достигая максимума в области ККМ, а затем падает.

3. Путем изучения деэмульгирующей способности ПАВ-Х установлено, что его деэмульгирующая способность приближается при двукратном расходе и эффективности диссольвана, однако он при малой концентрации обладает достаточно высокой степенью обессоливания (91%).

4. Изучение вязкости системы нефть ПАВ на ротационном реовискозиметре РВ-8М позволило выявить возможность регулирования реологических свойств нефти с помощью ПАВ.

#### Использованная литература

1. Вережников В.Н., Гермашева И.И., Крысин М.Ю. Коллоидная химия поверхностно-активных веществ: Учебно-методическое пособие/ Вережников В.Н., Гермашева И.И., Крысин М.Ю.-Лань, 2015г.-304с.

2. Кириченко О.А. Практикум по коллоидной химии: Учебно-методическое пособие/ О.А. Кириченко.-М.: Прометей 2012 г. -110 с.

3. Махкамов Р.Р. получение и коллоидно-химические свойства поверхностно-активных производных алкиленянтарной, малеиновой и бензойной кислот. /Автореферат диссертации доктора химичес. Наук. Ташкент. 2002 г. 43 с.

4. Сатторов, М. О. (2016). Разрушение устойчивых эмульсий местных нефтей Узбекистана. Наука, техника и образование, (2 (20)).

5. Сатторов, М. О. (2016). Особенности состава и свойств устойчивых водонефтяных эмульсий местных нефтей. Молодой ученый, (2), 219-223.

6. Сатторов, М. О., Ямалетдинова, А. А., & Бакиева, Ш. К. (2020). АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЭМУЛЬГАТОРОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ РАЗРУШЕНИЕ МЕСТНЫХ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ. Universum: технические науки, (4-2 (73)).

7. Сатторов, М. О. (2019). Определение состава компонентов полимеров-деэмульгаторов разложения водонефтяных эмульсий. Теория и практика современной науки, (3), 260-262.

8. Сатторов, М. О., Ямалетдинова, А. А., & Рахмонов, Б. О. (2020). СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАЗРУШЕНИЯ МЕСТНЫХ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ С ПОДБОРОМ БИНАРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ПАВ. Science and Education, 1(9), 254-259.

9. Муродов, Б. К., Дустов, Х. Б., & Сатторов, М. О. (2021). РАЗРУШЕНИЯ СТОЙКИХ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ С ПОМОЩЬЮ БИНАРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ПАВ. 93(12), 5.

10. Сатторов М.О., Хамроев О.О. Изучение методов исследования физических и коллоидно-химических свойств поверхностно - активных веществ. Сборник статей международной научно-технической конференции "Актуальные проблемы и перспективы нефтегазовой промышленности". Бухара. 2024. Том 1. С.226-228

11. Рахимов Б.Р., Хамроев О.О. Современный методы разрушения нефтяных эмульсий. Сборник статей международной научно-технической конференции "Актуальные проблемы и перспективы нефтегазовой промышленности". Бухара. 2024. Том 1. С.267-270

12. Гайбуллаев С.А., Хамроев О.О. Юртимизда метанол ишлаб чиқариш имкониятлари ва метанол асосидаги истиқболли синтезлар. Сборник статей международной научно-технической конференции "Актуальные проблемы и перспективы нефтегазовой промышленности". Бухара. 2024. Том 1. С. 40-44

13. Очиллов А.А., Очиллов Х.Г. Исходные показатели водонефтяной эмульсий и местных тяжелых нефтей. "Science and Education" Scientific Journal February 2021 / Volume 2 Issue 2. P. 175 – 180.

14. Нураддинов, Н. О. У., & Сатторов, М. О. (2017). Изучение физико-химических основ процесса предварительной подготовки нефти. Вопросы науки и образования, (11 (12)).

15. Rasulov, M. A., Sharipov, Q. Q., & Sattorov, M. O. (2022). Qatlam neftberuvchanligiga ta'sir qiluvchi omillar. Science and Education, 3(4), 372-376.

16. Тиллаева, Х. Ф., Тошев, Ш. О., & Сатторов, М. О. (2022). Исследование методов фонтанирования нефтяных скважин. Science and Education, 3(2), 334-341.

17. Ямалетдинова А.А., Абдуллаева Ш.Ш. Физико-химические основы процесса подготовки нефти на месторождении Кокдумалак. Журнал "Наука, техника и образование". 2016. № 2 (20). С.58-60

18. Очиллов А.А., Абдурахимов С.А., Адизов Б.З. Тяжелые нефти Узбекистана и их устойчивые водонефтяные эмульсии//Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2019. № 9(66). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/7824>

19. Муродов, Б. К., Дустов, Х. Б., & Сатторов, М. О. (2021). РАЗРУШЕНИЯ СТОЙКИХ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ С ПОМОЩЬЮ БИНАРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ПАВ. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ, 93(12).