

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕЭМУЛЬГИРОВАНИЯ НА УЗЛЕ ПО ПОДГОТОВКЕ СЫРОЙ НЕФТИ

И.Р. Фаррахов, магистрант  
Уфимский государственный нефтяной технический университет  
(Россия, г. Уфа)

DOI:10.24412/2500-1000-2022-11-1-99-103

**Аннотация.** В статье проводится обзор существующих способов деэмульгирования на узле подготовки сырой нефти. Произведены исследования по практической применимости различных способов на месторождениях западной Сибири. Исследованы применяемое оборудование для эффективного разрушения связей нефтяной эмульсии. Произведен сравнительный анализ физических и химических свойств, реагентов деэмульгаторов, применяемых на отраслях по добыче нефти и газа. Выявлены основные преимущества и недостатки при обслуживании нефтепромыслового оборудования и осуществления процесса по деэмульгированию сырой нефти на узле подготовки сырой нефти. Выявлены опасные и вредные производственные факторы, которыми подвергается обслуживающий персонал. Разработаны рекомендации по их ликвидации.

**Ключевые слова:** деэмульгаторы, подготовка сырой нефти, деэмульгирование при подготовке сырой нефти, деэмульгированная нефть.

Добыча нефти и газа на месторождениях углеводородов, обуславливает множество этапов и сложных технологических процессов. От этапа разведки, бурения, запуска, вывода на постоянный режим скважин. Каждая технологическая операция требует громадного опыта, знаний и усилий от руководства и персонала занятого непосредственно на самих объектах ведения работ по извлечению углеводородов из продуктивных пластов.

Технологический процесс по получению товарной нефти из жидкости поступающей из недр земли состоит из следующих операций:

- 1) Геологические исследования продуктивных пластов.
- 2) Разведочное и эксплуатационное бурение.
- 3) Промысловая добыча и подготовка эмульсии.
- 4) Транспортировка до нефтеперерабатывающих заводов.
- 5) Переработка и выпуск конечной продукции.

Совершенствование процесса деэмульгирования на узле по подготовке сырой нефти относится к третьему пункту операций по получению товарной нефти. Процесс деэмульгирования, обуславливается

тем что скважинная продукция по своему составу имеет не однородное содержание углеводородов, растворенного газа, пластовой воды, механических примесей, соединений солей. Задача этапа по деэмульгированию сырой нефти заключается в отделении всех попутных компонентов от самой нефти. Связи между двумя не смешиваемыми средами называется эмульсией. Процесс по разрушению этих связей называется деэмульгирование [1].

Эффективный процесс деэмульгирования может быть достигнут следующими способами:

1. Механический способ деэмульгирования сырой нефти, основан на применении различных геометрических конструкций с использованием естественной силы гравитации как основной фактор разделяющей силы на слои. Это могут быть резервуары, центрифуги, отстойники, сепараторы, фильтрационные установки. Процесс гравитационного отстаивания самый первый и самый дешёвый в плане конструктива. На промыслах преимущественно используются резервуары большой вместимости от 10000-50000 м<sup>3</sup> под силой гравитации легкая нефть сцеживается через верхний трубопровод, а тяжелая вода через нижний отвод. Такой способ становит-

ся не эффективен, когда объёмы поступающей эмульсии больше скорости отделения легкой фракции нефти от воды. Эмульсия не успевает отстаиваться, и вода начинает забрасываться в нефтяной коллектор. Центрифуги и фильтрационные установки не нашли своего практического применения из-за своей сложности конструкции и дороговизны установок. В области частой замены фильтрующих элементов этот метод так и остался в теоретической базе. В лабораториях используют мини центрифуги, из-за скорости деэмульгирования маленьких объёмов эмульсий.

2. Термический способ деэмульгирования сырой нефти, основан на подогреве эмульсии с целью обезвоживания и разрушения связей. Этот процесс обуславливается тем, что пленка эмульгатора при нагревании расширяется и лопается, заставляя однородные массы соединятся в одно целое. Это второй по практической применимости в нефтяной отрасли способ деэмульгирования, после механического. Суть процесса заключается в подогреве потока эмульсии до 100°C в зависимости от стойкости эмульсии объёма.

3. Термохимический способ деэмульгирования сырой нефти, основан на подаче специального химического реагента-деэмульгатора в подогретую нефть. Данный способ применяется преимущественно для разрушения эмульсий связей тяжелых мазутных и битумных эмульсий, где обычные способы малоэффективны, иногда вовсе не целесообразны ввиду особо стойких связей эмульсий. Данный метод имеет основной недостаток в виде потери легких фракций углеводородов в процессе деэмульгирования.

4. Химический способ деэмульгирования сырой нефти, основан на использовании деэмульгаторов. Деэмульгаторы в свою очередь связывают содержащиеся эмульгаторы, которые и отвечают за стойкость этой эмульсии

Этот метод отличается практической применимостью и простотой. В нефтяной отрасли современные деэмульгаторы достигли сверх эффективности при предельно низком расходе деэмульгатора. Например, для эффективного деэмульгирования

1м<sup>3</sup> нефтяной эмульсии достаточно от 15 до 30 грамм. Применение деэмульгаторов в химическом способе является самым эффективным по сравнению с другими. В зависимости от типа эмульгатора выбирают гидрофильные ионогенные и неионогенные деэмульгаторы. Принцип действия деэмульгатора состоит в следующем действии. Поверхностно активные вещества деэмульгатора изменяют смачиваемость внешней оболочки эмульгаторов делая их более хрупкими для слияния. При столкновении таких глобул приводит к процессу схлопывания этих капель.

5. Электрический способ деэмульгирования сырой нефти, основан на воздействии на связь эмульгаторов при помощи электрического тока. Из-за обладания разности зарядов между дисперсной средой и дисперсной фазой, применение магнитного поля заставляет притягивается разнополюсные заряды и отталкиваться однополюсные заряды. Этот способ применяется преимущественно на нефтеперерабатывающих заводах где необходима более глубокое деэмульгирование и обессоливание. Процесс электрического деэмульгирования состоит в том, что в результате воздействия магнитного поля, капли пластовой воды становятся в ряд цепи воздействия этого поля, при переменном токе происходит перераспределение потока упорядоченных глобул в сторону противоположного заряда. Таким образом разнонаправленное перераспределение заряженных капель приводит к деформации пленки из-за переменного поля. Это и приводит к столкновению оболочек с дальнейшим слиянием [2].

Практическое применение на месторождениях Западной Сибири нашли термический и термохимические методы. Каждая из этих способов деэмульгирования имеет свои неоспоримые преимущества и недостатки [5]. Рассмотрим более детально термохимический метод как область для совершенствования процесса деэмульгирования на узле подготовки сырой нефти. Преимущества данного метода вывели её на главенствующее место среди применяемых систем по отделению сопутствующих фракций нефтяной эмульсии.

Обнаруженные недостатки в ходе исследования процесса и применяемого оборудования, тоже имеет место быть. Это недостатки преимущественно вредного и опасного производственного фактора, воздействия на обслуживающий персонал. Процесс деэмульгирования химическим методом происходит при помощи добавления реагента деэмульгатора в поток жидкости перед технологией дожимной насосной станции [3].

Процесс добавления реагента деэмульгатора происходит при помощи блоков распределения химии, посредством насо-

сов дозаторов. Ввиду сложности конструкции и повышенного требования к контролю пуско-наладочных работ, текущему обслуживанию, ревизии и ремонту узлов и агрегатов, наблюдаются дефицит человеческих ресурсов для обеспечения безотказной эксплуатации оборудования. Как итог наблюдается разгерметизация технологических узлов и агрегатов с розливом реагента деэмульгатора внутрь замкнутого помещения. По своим физическим и химическим свойствам реагент деэмульгатор имеет следующие параметры согласно таблицы 1.

Таблица 1. Физические и химические свойства деэмульгатора «Сондем 4401»

Наименование показателя	Норма	
	Сондем-4401	Сондем-4401 (10-50)
2	3	4
Внешний вид	Маслянистая жидкость от светло-желтого до темно коричневого цвета	
Массовая доля активного вещества, %, в пределах	50-65	45-53
Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup> в пределах	900-990	900-990
Вязкость кинематическая, мм <sup>2</sup> /с (сСт), в пределах:		
при 20°С	20-70	20-70
при 0°С	40-80	-
при минус 20°С	80-250	-
Температура застывания, °С, не выше	Минус 50	Минус 50
Показатель активности ионов водорода (рН), водно спиртового раствора реагента с массовой долей 10% в пределах	7,0-12,5	4,8-9,0

Из паспортных характеристик деэмульгатора «Сондем 4401» видно, что в составе имеется активное вещество в процентном выражении от 50-65%. Активное вещество является «Метанол» и «Толуол». По своим свойствам метанол воздействует на организм человека как сильнодействующий яд [4]. Проникая в организм обслуживающего персонала через дыхательные пути, метанол поражает сердечно-сосудистую и нервные системы. Тяжелый вред наносит

зрительной системе человека, поражая главный зрительный нерв. Предельно допустимая концентрация вредных веществ оказывающее отравляющее действие 15 миллиграмм на 1 м<sup>3</sup> что является мизерной концентрацией для того, чтобы получить необратимый вред организму. Второй компонент отравляющего действия толуол имеет предельно допустимую концентрацию в 50 миллиграмм на 1 м<sup>3</sup>. По своим свойствам может проникать через не по-

врежденные участки кожи, дыхательные пути. Вызывает поражение центральной нервной системы, высокая вероятность поражения вестибулярного аппарата. Имеет стойкое токсическое и галлюциногенное действие. Кроме отравляющего действия на организм человека компоненты активного вещества реагента деэмульгатора «Сондем 4401» оказывают не поправимый урон окружающей флоре и фауне. Согласно ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно – допустимые концентрации загрязняющих веществ в воде, водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования»: содержание концентрации в 1 литре метанола равна 3 миллиграмма, содержание толуола 0,0024 миллиграмма соответственно для обеспечения смертельного порога для живых организ-

мов. В связи выше указанными свойствами реагента деэмульгатора по воздействию на организм человека и окружающую среду, необходимо обеспечения строгого выполнения технологического регламента по безопасному обращению с химическими реагентами. Не допускать разгерметизации узлов и соединений.

Проведенный анализ действующего оборудования по закачке деэмульгатора «Сондем 4401» на месторождениях позволил выявить основные узлы и соединения наиболее частых отказов герметичности. Узел соединения штока вала насоса дозатора с уплотняющими сальниками, является самым часто выходящим из строя соединением. Разгерметизация узла продемонстрирована на рисунке 1.



Рис. 1. Разгерметизация насоса-дозатора по узлу соединения уплотнительных сальников с штоком плунжера

Из выявленных весомых недостатков по обслуживанию блока распределения химии можно сделать следующие выводы:

1) Необходимо исключить случаи разгерметизации реагента-деэмульгатора в местах ее применения.

2) Усилить контроль над выполнением требования СП 2.2.2.1327-03 «Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственного оборудования и рабочему инструменту».

3) Разработать конструкцию блока распределения химии, работающего без узла соединения уплотнительных сальников к штоку плунжера.

4) Внедрить разработанный вид блока распределения химии в технологическую схему подачи реагента-деэмульгатора.

5) Производство работ проводить при респираторе фильтрующем противогазовом согласно ГОСТ 12.4.004 с фильтрующим элементом марки А, с коробкой марки БКФ.

### Библиографический список

1. Афанасенко В.Г., Кулаков П.А., Боев Е.В., Имаева Э.Ш., Давлетов О.Б., Мазидуллин Д.Н. Оптимизация ультразвукового эмульгирования при механическом перемешивании // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2020. – Т. 331. – № 4. – С. 148-155.
2. Корюкова С.В., Дерюгина О.П. Анализ технологических параметров с целью оптимизации работы установок подготовки нефти на Западно-Сибирских месторождениях // Новые технологии – нефтегазовому региону: материалы Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Тюмень, 2018. – С. 74-77.
3. Методические подходы к применению химических реагентов для подготовки нефти и очистки нефтепромысловых сточных вод на месторождениях, находящихся на поздней стадии разработки / А.Е. Зенцов [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2014. – №4. – С. 92-95.
4. Ковда Д.А., Мастобаев Б.Н. Изменение физико-химических свойств нефти при добыче (на примере месторождений РФ) и влияние их на процессы подготовки и транспорт // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. – 2013. – №1. – С. 9-12.
5. Применение деэмульгаторов в процессах подготовки нефти к транспорту / А.Г. Гумеров [и др.] // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. -2006. – № 66. – С. 27-34.

## IMPROVEMENT OF THE DEMULSION PROCESS AT THE CRUDE OIL TREATMENT UNIT

**I.R. Farrakhov**, *Graduate Student*  
**Ufa State Petroleum Technological University**  
 (Russia, Ufa)

**Abstract.** *The article provides a review of the existing methods of demulsification at the crude oil preparation unit. Studies have been carried out on the practical applicability of various methods in the fields of Western Siberia. The equipment used for the effective destruction of the bonds of an oil emulsion was studied. A comparative analysis of the physical and chemical properties, demulsifier reagents used in the oil and gas industries has been made. The main advantages and disadvantages in the maintenance of oilfield equipment and the implementation of the process of demulsification of crude oil at the crude oil preparation unit have been identified. Dangerous and harmful production factors to which service personnel are exposed are revealed. Recommendations for their elimination have been developed.*

**Keywords:** *demulsifiers, crude oil treatment, demulsification in crude oil treatment, demulsified oil.*