

РАЗДЕЛЕНИЕ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

М.А. Ковалёва^{1,2}, Т.Н. Виниченко^{1,2}, Д.Г. Слащинин^{1,2}, Т.А. Лунёва¹

¹ СибГУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

² Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Статья посвящена исследованию разделения водонефтяных эмульсий. Большинство существующих месторождений находятся на завершающей стадии разработки, что характеризуется ростом обводненности добываемой нефтяной фракции. При наличии высокоустойчивых «застарелых» ловушечных нефтей для повышения эффективности и надежности процессов их обезвоживания используют методы разделения с применением деэмульгаторов. Наибольшее распространение, в настоящее время получили деэмульгаторы неионогенной природы. В работе была оценена эффективность трех деэмульгаторов, соответствующих государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам: Эмалсатрон R2601-А, Химтехно-527, СНПХ-4114. Исследуемые деэмульгаторы успешно прошли испытания и могут быть рекомендованы к промышленному применению, так как обладают рядом преимуществ.

Ключевые слова: технологии переработки, водонефтяные эмульсии, деэмульгатор

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время нефть является одним из ключевых столпов энергетической промышленности страны. Поэтому и проблемы, возникающие в процессе нефтедобычи, год от года не теряют своей важности.

Одной из наиболее актуальных проблем сбора, транспорта и подготовки нефти является разрушение водонефтяных эмульсий. Эта проблема требует разных подходов в зависимости от этапа разработки месторождения.

Опыт разработки нефтяных месторождений свидетельствует о том, что в процессе вскрытия и эксплуатации продуктивных пластов происходит постепенное ухудшение фильтрационных свойств пласта в прискважинной зоне. Чаще всего это происходит из-за отрицательного влияния воды, образующей с нефтью стабильную эмульсию. Это является основной причиной больших потерь нефти и удорожание ее транспортировки и подготовки к переработке.

Большинство существующих месторождений находятся на завершающей стадии разработки. Продукция добывающих скважин таких месторождений характеризуется, снижением добычи нефти, ростом обводненности добываемой нефтяной фракции, а также увеличением количества стабилизаторов и эмульгаторов в ее составе [1].

В связи с вышесказанным, актуальным является определение наиболее эффективных методов разделения водонефтяной эмульсии.

Проведенный обзор научно-технической литературы по имеющимся способам и техническим решениям разделения показал, что в зарубежной и отечественной практике накоплен определенный опыт по разрушению нефтеотходов.

К основным методам, опубликованным в литературе за последние два десятилетия, относятся следующие:

- физические, подразделяющиеся на гравитационное отстаивание, разделение с помощью центробежных сил, экстракцию (применение растворителей);

- химические, заключающийся в применении химических реагентов;

Данные методы применяются в различных конкретных условиях в зависимости от свойств водонефтяных эмульсий. При наличии «застарелой» нефти для повышения эффективности и надежности процессов их обезвоживания, следует применять более сложные комбинированные методы с применением деэмульгаторов [2].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Роль деэмульгатора сводится к превращению нефтяной эмульсии из мелкодисперсного состояния с высокой агрегативной устойчивостью в крупнодисперсную расслаивающуюся систему с низкой кинетической устойчивостью.

Наибольшее распространение в настоящее время получили неионогенные деэмульгаторы, которые представляют собой поверхностно активные вещества, молекулы которых не диссоциируют в растворе и сохраняют электрическую нейтральность. Их получают присоединением окиси этилена $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ к органическим веществам с подвижным атомом водорода: кислотам, спиртам, фенолам и др [3,4].

Лучшим для конкретной нефтяной эмульсии считается тот деэмульгатор, который быстрее обезвешивает максимальную глубину обезвоживания и обессоливания нефти [5].

В результате испытания была определена эффективность трех неионогенных деэмульгаторов,

соответствующих санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам:

– Эмалсатрон R2601-А – представляет собой комбинацию неионогенных ПАВ в растворителе – смеси метанола и толуола. Предназначен для использования в качестве вспомогательного реагента (деэмульгатора) в нефтедобывающей промышленности.

– СНПХ-4114 – представляет собой композицию из неионогенных ПАВ в смеси ароматических и спиртовых растворителей. Применяются в процессе обезвоживания и обессоливания нефти в системах сбора и на установках подготовки нефти в широком интервале температур; для глубокого обессоливания нефти на нефтеперерабатывающих заводах; для обезвоживания мазутов, переработки и утилизации промышленных стоков; для разрушения промежуточных слоев, стабилизированных механическими примесями (в том числе сульфидом железа), ассоциированных с АСПО.

– Химтехно-527 – представляет собой раствор неионогенного ПАВ в смеси с ароматическим растворителем и метанолом в различных соотношениях. Предназначен для разрушения высокостойких водонефтяных эмульсий, осложненных присутствием АСПО. Обладает высокой динамикой водоотделения и глубиной обезвоживания нефти при температурах 30-50°C. Может применяться в условиях низких температур (5-10°C).

Для проведения испытаний были взяты пробы сырой нефти (эмульсия, отобранная из скважин) со следующими показателями: количество смолистых компонентов – 3,83%, количество парафинов – 0,9%, содержание серы – 0,127%, вязкость при 20 °С и 50 °С составляет соответственно 31 и 11,5 мПа с, обводненность – 50% мас., содержание механических примесей – 180-300 мг/дм³.

Количество проб и другие физико-химические показатели представлены в табл. 1.

Табл. 1. Физико-химические свойства проб

№ пробы	№ куста	№ скважины	Плотность при 20°C, кг/м ³	Содержание хлористых солей, мг/дм ³
1	10	1	824,4	901,18
2	10	2	826,4	1084,57
3	10	3	966,2	1206,75
4	10	5	843,3	2276,15
5	4	2	868,2	3743,73
6	10	1	825,4	910,56
7	10	2	969,2	1085,69
8	10	3	873,2	1209,03
9	10	5	821,4	2345,69
10	10	10	812,4	840,40

11	10	10	809,8	850,36
12	10	10	814,8	8392,22
13	4	3	924,2	1709,51
14	4	3	925,2	1695,63
15	4	3	943,2	1706,87
16	4	3	944,2	1708,91

Для исследования был выбран метод разделения с помощью лабораторных центрифуг, основанный на разделении с помощью центробежных сил с последующим расчётом объемной доли воды.

Пробы центрифугировали в течении 5 минут с частотой вращения 3000 об/мин, отстаивание проб эмульсий после обработки деэмульгаторами проводилось при температуре 25 °С.

Результаты отделившейся воды при использовании деэмульгаторов представлены в таблице 2.

Табл. 2. Объем отделившейся воды, % об.

№ пробы	СНПХ-4114	Эмалсатрон R2601-А	Химтехно-527
1	2	3	2
2	2	4	2
3	43	47	39
4	5	11	5
5	9	18	8
6	2	3	2
7	21	35	25
8	20	45	10
9	7	15	2
10	8	9	1,2
11	1	1	1
12	1	2	1
13	45	62	7
14	52	63	35
15	42	55	29
16	39	62	35

По результатам, приведенным в таблице, можно сделать вывод, что большее количество воды выделилось с использованием деэмульгатора Эмалсатрон R2601-А.

С экономической точки зрения, Эмалсатрон R2601-А является наиболее дорогостоящим реагентом, в связи с этим были испытаны различные комбинации анализируемых деэмульгаторов в соотношении 1:1. Результаты представлены в таблице 3.

Табл. 3. Объем отделившейся воды при комбинациях дэмульгаторов, % об.

Дэмульгатор	Объем отделившейся воды, %			
	№ пробы	1	5	7
Без реагента	1	2	17	0,4
СНПХ-4114 + Эмалсотрон R2601-А	2	13	37	1
СНПХ-4114 + Химтехно-527	1	5	27	1
Эмалсотрон R2601-А + Химтехно-527	2,4	14	38	1

Из результатов, приведенных в таблице 3, можно сделать вывод, что во всех четырех случаях большее количество воды отделилось при действии комбинации Эмалсотрон R2601-А и Химтехно-527, чуть хуже себя показала комбинация СНПХ-4114 с Эмалсотрон R2601-А.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследуемые дэмульгаторы успешно прошли испытания и могут быть рекомендованы к промышленному применению, так как обладают рядом преимуществ: высокая динамика водоотделения; глубокое обезвоживание нефти; четкая граница раздела фаз; предотвращение образования промежуточных слоев; чистота подтоварной воды.

На сегодняшний день проблемы, связанные с разделением водонефтяных эмульсий, не решены в полной мере и требуют дополнительных исследований и разработок, которые позволят разделять их, с высокими показателями качества воды и нефти.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Цыганов Д. Г. Особенности формирования водонефтяных эмульсий промежуточного слоя / Д. Г. Цыганов, О. Ю. Сладковская, Н. Ю. Башкирцева // Вестник технологического университета: Казанский национальный исследовательский технологический университет. – 2015. - Т. 18. - № 13. – С. 89-90.

2. Борисевич Ю. П. Методы борьбы с промежуточными слоями в технологическом оборудовании при подготовке продукции скважин / Ю. П. Борисевич, Г. З. Краснова // Нефтегазовые технологии тезисы докл. V Международной научно-практической конференции: Самарский государственный университет. – 2009. – С.4-8.

3. Evaluation of the methods of separation into phases of the emulsion of the intermediate layer formed in the process of oil preparation / M. A. Kovaleva, [и др.] // IOP Conference Series: Journal of Physics. – 2019. – № 1399. - 055006.

4. Раджибаев Д. П. Основные результаты изучения скорости осаждения твердых частиц в центробежном поле / Д. П. Раджибаев, А. М. Хурмамаев, А. О. Онофрейчук // Химическая промышленность: Теза (Санкт-Петербург). – 2018. – Т. 95. – № 5. – С.253-256.

5. Чуянова Г. И. Использование реагентов в нефтехимической промышленности / Г. И. Чуянова, С. А. Козырь // Экологические чтения – 2018: Литера. – 2018. – С. 342-347.

Ковалева Мария Александровна доцент кафедры топливообеспечения и горюче-смазочных материалов, доцент, Сибирский федеральный университет, Институт нефти и газа, 89029100827, e-mail: Lera0727@yandex.ru;

Виниченко Татьяна Николаевна, старший преподаватель кафедры разработки нефтепродуктов, Сибирский федеральный университет, Институт нефти и газа, 89659055343, e-mail: vinichenko82@mail.ru;

Слацинин Дмитрий, доцент кафедры фундаментальной химии, Сибирский государственный научно-технический университет имени Решетнева, Институт химических технологий, 89504296822, e-mail: sdg1987@mail.ru1; Доцент кафедры органической и аналитической химии Сибирского федерального университета, Институт цветных металлов и материаловедения, 89504296822, e-mail: sdg1987@mail.ru;

Лунева Татьяна Владимировна, доцент кафедры фундаментальной химии, Сибирский государственный научно-технический университет им. Решетнева, Институт химических технологий, 89233115655, e-mail: luneva@sibsau.ru.

SEPARATION OF OIL-WATER EMULSIONS

M. A. Kovaleva^{1,2}, T. N. Vinichenko^{1,2}, D. G. Slashchinin^{1,2}, T. A. Luneva¹

¹ Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk

² Siberian Federal University, Krasnoyarsk

The article is devoted to the study of the separation of oil-water emulsions. Most of the existing fields are at the final stage of development, which is characterized by an increase in the water content of the extracted oil fraction. In the presence of highly stable "old" trap oils, separation methods with the use of demulsifiers are used to increase the efficiency and reliability of their dewatering processes. The most widespread, at present, are demulsifiers of a non-ionic nature. The work evaluated the effectiveness of three demulsifiers that comply with state sanitary and epidemiological rules and regulations: Emalsatron R2601-A, Chemtechno-527, SNPH-4114. The studied demulsifiers have been successfully tested and can be recommended for industrial use, as they have a number of advantages.

Keywords: processing technologies, oil-water emulsions, demulsifier

REFERENCES

1. Tsyganov D. G., O. Y. Sladkovsakaya and N. Y. Bashkirtseva, "Features of the formation of water-oil emulsions of the intermediate layer", *Bulletin of the Technological University: Kazan National Research Technological University*, Vol. 18, No. 13, pp. 89-90, 2015.
2. Borisevich Yu. P. and G. Z. Krasnova, "Methods of combating intermediate layers in technological equipment during the preparation of well products", *Oil and gas technologies theses of the dokl. V International Scientific and Practical Conference: Samara State University*, pp. 4-8, 2009.
3. Kovaleva M. A., et al. «Evaluation of the methods of separation into phases of the emulsion of the intermediate layer formed in the process of oil preparation» *IOP Conference Series: Journal of Physics*, vol. 1399, 055006, 2019.
4. Radjibaev D. P., A.M. Khurmamatov and A. O. Onofreychuk, "The main results of studying the deposition rate of solid particles in a centrifugal field" *Chemical Industry*, Vol. 95, No. 5, pp. 253-256, 2018.
5. Chuyanova G. I. and S. A. Kozyr, "The use of reagents in the petrochemical industry" *Ecological readings*, pp. 342-347, 2018.

Kovaleva Maria Aleksandrovna Associate Professor of the Department of Fuel Supply and Fuel and Lubricants, Associate Professor, Siberian Federal University, Institute of Oil and Gas, 89029100827, e-mail: Lera0727@yandex.ru

Vinichenko Tatyana Nikolaevna, Senior Lecturer of the Department of Petroleum Products Development, Siberian Federal University, Institute of Oil and Gas, 89659055343, e-mail: vinichenko82@mail.ru

Slashchinin Dmitry, Associate Professor of the Department of Fundamental Chemistry, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Institute of Chemical Technologies, 89504296822, e-mail: sdg1987@mail.ru; Associate Professor of the Department of Organic and Analytical Chemistry, Siberian Federal University, Institute of Non-Ferrous Metals and Materials Science, 89504296822, e-mail: sdg1987@mail.ru

Luneva Tatyana, Associate Professor of the Department of Fundamental Chemistry, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Institute of Chemical Technologies, 89233115655, e-mail: luneva@sibsau.ru