

Оценка эффективности широко применяемых реагентов-деэмульгаторов для обезвоживания нефти термохимическим способом

Е.А. Гладий

к.т.н., с.н.с.¹

jeka_monitor@mail.ru

А.Ф. Кемалов

д.т.н., профессор, зав. кафедрой ВВНИПБ²

alim.kemalov@mail.ru

В.И. Гайнуллин

к.х.н., доцент¹

vasil.gainullin@yandex.ru

Т.С. Бажиров

к.т.н., начальник отдела новых технологий²

tnlybek.bazhirov@gmail.com

¹КФУ, Казань, Россия

²ЮКГУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

Работа посвящена выявлению сильных и слабых сторон широко применяемых в ПАО «Татнефть» деэмульгаторов. Проведен анализ их воздействия на нефть, а также изучены их свойства под влиянием различных факторов, таких как концентрация, температура, время, их влияние на степень эффективности деэмульсации. Выполнено сравнение основных свойств исследуемых реагентов.

Материалы и методы

Исследования эффективности деэмульгаторов проводились на эмульсиях, отобранных с добывающих скважин девонского и угленосного типа ПАО «Татнефть» методом «бутылочной пробы».

Ключевые слова

нефть, эмульсия, деэмульгатор, исследование

Процесс нефтеподготовки очень важный этап в разработке нефти. От него зависит качество добытой нефти и производимых нефтепродуктов, а также их стоимость.

При эксплуатации нефтепромыслового оборудования в реальных условиях зачастую образуются высокоустойчивые эмульсии. В связи с этим важно выбрать соответственный метод дальнейшей технологической обработки, а также глубину отделения нефти от водной фазы. Агрегативная устойчивость этих эмульсий измеряется временем ее существования вплоть до полного разделения жидкостей, образующих эмульсию.

Длительная эксплуатация нефтяных месторождений и заводнение нефтеносных пластов приводят к образованию стойких водонефтяных эмульсий [1–4]. Они снижают показатели работы насосных установок, так как может происходить увеличение перепадов электродвижателя или увеличение давления жидкости. Как следствие — неполадки и обрывы штанг ШГНУ, прорывы коллекторов в системах сбора нефти и газа, сбой в электрической части УЭЦН. В итоге возникает затруднение сепарации газов и предварительного сброса воды. В связи с необходимостью ведения работ по разрушению стойких эмульсий, в системах подготовки нефти имеет место наибольший рост и металло- и энергоёмкости.

Для борьбы с этим явлением широко применяют обработку водонефтяных сред с помощью деэмульгаторов. Использование

реагентов представляет собой достаточно сложный многофакторный процесс, успешная реализация которого зависит от scrupulous учета влияния каждого из факторов (строение и свойства реагента, характер его взаимодействия с заряженными оболочками глобул и механическими примесями, влияние термодинамических условий и др.) на механизм и эффективность деэмульсации [5, 6].

Глубина обезвоживания нефти во многом зависит от эффективности применяемых реагентов-деэмульгаторов [7]. Целью исследования было изучение эффективности широко применяемых реагентов-деэмульгаторов в процессе термохимического обезвоживания нефти. В результате данных исследований должны быть выявлены наиболее эффективные реагенты-деэмульгаторы для эффективного обезвоживания нефти.

В качестве реагентов для сравнения были выбраны деэмульгаторы, которые в получили широкое промышленное применение в ПАО «Татнефть», а именно Рекод-118 А2/3, Интекс-720 и Реапон-ИК2М.

Исследования эффективности каждого реагента проводились на эмульсиях, отобранных с добывающих скважин девонского и угленосного типа ЦДНГ-5 НГДУ «Альметьевскнефть» и ЦДНГ-2, ЦДНГ-3 НГДУ «Прикамнефть» ПАО «Татнефть». Для приготовления представительных эмульсий для каждого промысла отбирали пробы с нескольких добывающих скважин (таб. 1), которые затем смешивались, моделируя

Смесь скважин	Горизонт	Плотность эмульсии, кг/м ³	Содержание воды, % мас.
№ 284, 9535, 20150, 20338	девон	860	65
№ 3559, 20570, 20693, 32756	девон	847	55
№ 3141, 15644, 15730, 26852	карбон	962	46
№ 1301, 3818, 3805, 3858	карбон	971	47

Таб. 1 — Характеристика нефтей

№	Тип реагента	Удельный расход, г/т	Объем отделившейся воды, % за время, мин													Остаточное содержание воды, %	
			10	20	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330		360
1	Реапон-ИК2М	40	1,5	1,5	1,5	2	3,1	4,6	5,4	7,7	8,5	10,0	63,1	73,8	95,4	100,0	0,0
2	Интекс-720	40	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,2	24,6	58,3
3	Рекод-118 А2/3	40	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	4,6	7,7	10,8	12,3	38,5	50,8	69,2	95,4	7,9
4	Реапон-ИК2М	50	2,0	2,5	3	3,5	6,2	21,5	29,2	36,9	39,2	41,5	60,0	69,2	96,2	100	0,0
5	Интекс-720	50	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	20,8	27,7	33,8	35,4	36,9	46,2	52,3	89,2	96,9	5,4
6	Рекод-118 А2/3	50	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	43,1	49,2	50,8	53,8	55,4	69,2	95,4	96,2	97,7	4,1
7	Реапон-ИК2М	60	2,0	2,5	3	4	21,5	56,9	61,5	64,6	65,4	66,2	76,9	98,5	99,2	100,0	0,0
8	Интекс-720	60	0,0	0,0	0,0	0,0	13,1	53,8	56,9	58,5	60,0	60,0	67,7	78,5	96,9	98,5	2,8
9	Рекод-118 А2/3	60	0,0	1,5	1,5	1,5	26,2	64,6	69,2	69,2	70,8	72,3	96,9	98,5	98,5	100,0	0,0
10	контроль	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	65,0
Температура, °С			8	8	8	8	8	8	20	20	20	20	60	60	60	60	

Таб. 2 — Исследование деэмульгирующих свойств реагентов на смеси скважин №. 284, 9535, 20150, 20338 (ТПП)

жидкости, поступающие по направлениям.

Испытания проводились методом «бутылочной пробы» [8], согласно которому предусматривается последовательное разрушение эмульсии при температурах: 7–8°C (моделирование холодной деэмульсации в условиях ДНС), 20°C (моделирование ступени предварительного сброса), и 40–60°C (моделирование ступени глубокого обезвоживания). Время отстаивания на каждой ступени составляло не менее 2-х часов. Замеры проводили каждые 10–30 минут для получения более четкой картины по количеству выделившейся воды. Содержание остаточной воды в нефти после деэмульсации определялось на анализаторе концентрации воды в нефти АОЛ 101М. Для получения более достоверной информации об эффективности сравниваемых деэмульгаторов, реагенты дозировались в товарных формах

микрошприцами при удельных расходах от 30 до 110 г/т нефти в зависимости от агрегативной устойчивости исследуемой жидкости.

В таб. 2 и 3 представлены результаты обезвоживания представительных эмульсий девонской нефти выбранными реагентами по направлениям.

Из приведенных данных видно, что лучшим оказался реагент марки Реапон-ИК2М, проявляющий деэмульгирующую активность даже при холодном отстаивании при всех удельных расходах реагента, достигая при этом глубины обезвоживания нефти 100%. Интекс-720 показал результаты похуже, начинал в основном действовать при температуре 20°C и достигая степень обезвоживания нефти максимум 98% при удельном расходе реагента в 60 г/т, а реагент марки Рекод-118 А2/3 занимает промежуточное положение.

В таб. 4 и 5 представлены результаты

обезвоживания эмульсии карбоновой нефти выбранными реагентами.

Таб. 4 (смесь скважин ЦДНГ-5 НГДУ «Альметьевскнефть») показывает, что практически все выбранные нами реагенты проявляют деэмульгирующую активность как при холодном, так и при горячем отстаивании. Однако наилучшую глубину обезвоживания показал реагент марки Реапон-ИК2М, которая составила порядка 93,5%.

Испытания, проводимые на особо стойких эмульсиях, отобранных с добывающих скважин Орловского и Зычевского месторождений ЦДНГ-3 НГДУ «Прикамнефть» до точек подачи реагента-деэмульгатора. Результаты исследований представлены в таб. 5.

Анализ результатов показал, что при исследовании угленосных эмульсий, отобранных в ЦДНГ-3, высокая стартовая скорость и наилучшая степень водоотделения при

№	Тип реагента	Удельный расход, г/т	Объем отделившейся воды, % за время, мин													Остаточное содержание воды, %	
			10	20	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330		360
1	Реапон-ИК2М	30	3,6	6,4	8,2	10,0	12,7	14,5	19,1	24,5	27,3	32,7	50,9	96,4	98,2	100,0	0,0
2	Рекод-118 А2/3	30	3,6	4,5	5,5	7,3	9,1	12,7	19,1	25,5	29,1	32,7	43,6	83,6	97,3	99,1	1,1
3	Интекс-720	30	1,8	3,6	4,5	5,5	7,3	9,1	18,2	29,1	34,5	38,2	58,2	96,4	97,3	100,0	0,0
4	Реапон-ИК2М	35	2,7	5,5	7,3	9,1	11,8	16,4	23,6	32,7	38,2	45,5	96,4	98,2	100,0	0,0	
5	Рекод-118 А2/3	35	1,8	3,6	4,5	6,4	8,2	11,8	20,9	32,7	36,4	40,0	63,6	96,4	97,3	99,8	0,09
6	Интекс-720	35	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	5,5	14,5	38,2	41,8	49,1	94,5	98,2	99,1	100,0	0,0
7	контроль	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,8	5,5	53,6	
Температура, °C			8	8	8	8	8	8	20	20	20	20	60	60	60	60	

Таб. 3 – Исследование деэмульгирующих свойств реагентов на смеси скважин №. 3559,20693,20570,32756 (МТП)

№	Тип реагента	Удельный расход, г/т	Объем отделившейся воды, % за время, мин													Остаточное содержание воды, %	
			10	20	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330		360
1	Реапон-ИК2М	70	2,2	5,4	9,7	14,0	23,7	30,1	36,6	47,4	56,0	58,1	68,9	71,0	71,0	73,2	18,6
2	Интекс-720	70	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	5,4	6,5	10,8	14,0	15,1	20,4	25,8	38,7	43,0	32,7
3	Рекод-118 А2/3	70	2,2	5,4	9,8	12,0	20,7	23,9	32,6	43,5	45,7	50,0	78,3	63,0	67,4	67,4	21,7
4	Реапон-ИК2М	90	30,4	65,2	69,6	80,4	83,1	85,3	89,1	91,3	91,3	91,3	91,3	91,3	93,5	93,5	5,3
5	Интекс-720	90	13,0	45,7	58,7	74,6	80,4	84,8	85,3	87,0	89,1	89,1	89,1	91,3	89,5	89,5	8,2
6	Рекод-118 А2/3	90	23,7	66,7	66,7	79,6	81,8	86,1	86,1	86,1	88,2	88,2	88,2	90,4	90,4	90,4	7,6
7	Реапон-ИК2М	110	34,8	71,7	69,6	82,6	84,8	89,1	89,1	89,1	91,3	91,3	91,3	93,5	93,5	93,5	5,3
8	Интекс-720	110	20,2	49,0	59,7	76,1	84,3	88,6	88,3	87,4	89,5	89,5	89,5	89,5	91,3	91,3	6,9
9	Рекод-118 А2/3	110	38,7	77,5	83,9	86,1	86,1	88,2	88,2	90,4	90,4	90,4	90,4	90,4	91,5	91,5	6,8
10	контроль	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	3,3	45,2
Температура, °C			8	8	8	8	8	8	20	20	20	20	60	60	60	60	

Таб. 4 – Исследование деэмульгирующих свойств реагентов на смеси скважин №. 3141,15644,15730,26852 (ЦПС)

№	Тип реагента	Удельный расход, г/т	Объем отделившейся воды, % за время, мин													Остаточное содержание воды, %	
			10	20	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330		360
1	Интекс-720	70	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	9,6	23,4	25,5	26,6	26,6	27,7	36,2	42,6	59,6	26,4
2	Реапон-ИК2М	70	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4	12,8	17,0	19,1	20,2	23,4	38,3	55,3	100,0	0,0
3	Рекод-118 А2/3	70	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,6	12,8	14,9	17,0	23,4	53,2	72,3	97,9	1,9
4	Интекс-720	90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,9	30,9	34,0	34,0	34,0	36,2	93,6	95,7	97,9	1,9
5	Реапон-ИК2М	90	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4	16,0	20,2	23,4	24,5	27,7	53,2	91,5	96,8	2,8
6	Рекод-118 А2/3	90	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	6,4	11,7	14,9	17,0	19,1	22,3	46,8	59,6	97,9	1,9
7	Интекс-720	110	1,1	1,1	2,1	2,1	2,1	12,8	23,4	23,4	24,5	24,5	26,6	36,2	44,7	93,6	5,4
8	Реапон-ИК2М	110	0,0	0,0	1,1	1,1	3,2	21,3	34,0	38,3	38,3	38,3	40,4	95,7	97,9	98,9	0,9
9	Рекод-118 А2/3	110	0,0	0,0	1,1	2,1	4,3	22,3	40,4	40,4	44,7	44,7	66,0	93,6	95,7	97,9	1,9
10	контроль	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4	45,4
Температура, °C			8	8	8	8	8	8	20	20	20	20	60	60	60	60	

Таб. 5 – Исследование деэмульгирующих свойств реагентов на смеси скважин № 1301, 3818, 3805, 3858 (ЦППН)

дозировках близких к промысловым достигается деэмульгатором Реапон-ИК2М. Разрушение естественной карбонской эмульсии смеси скважин выявило, что при небольших дозировках высокая скорость водоотделения, особенно при температурах 20°C, наблюдается у образцов Интекс-720, но, к сожалению, в дальнейшем эффективность его падает. При увеличении температуры, глубина и скорость водоотделения, особенно при температурах 60°C и дозировках 90 и 110 г/т, возрастает при использовании Реапон-ИК2М.

По полученным нами результатам обезвоживания нефтей девонского и угленосного типа НГДУ «Альметьевскнефть» и «Прикамнефть» можно сказать, что наилучшую эффективность в плане степени обезвоживания и динамики отстоя воды от нефти как при холодном, так и при горячем отстаивании показал в общем реагент-деэмульгатор марки Реапон-ИК2М.

В таб. 6 представлена средняя оценка

эффективности реагентов по глубине обезвоживания нефти различных направлений.

Итоги

В результате проведенных исследований наибольшую эффективность показал реагент марки Реапон-ИК2М в процессе термохимического обезвоживания нефти девонского и угленосного типа нескольких НГДУ ПАО «Татнефть».

Выводы

Обоснована необходимость и допустимость применения определенных подходов для получения более достоверной информации об эффективности сравниваемых реагентов деэмульгаторов, широко используемых в ПАО «Татнефть».

Список используемой литературы

1. Мановян А.К. Технология первичной переработки нефти и природного газа. М.: Химия, 2001. 568 с.

2. Книга Налко о воде. Изд. Второе. Под редакцией Фрэнка Н. Кеммера. McGraw-Hill Book Company. 1987. 1103 с.
3. Позднышев Г.Н. Стабилизация и разрушение нефтяных эмульсий. М.: Недра, 1982. 271 с.
4. Туманян Б.П. Научные и прикладные аспекты теории нефтяных дисперсных систем. М.: Наука и техника, 2000. 335 с.
5. Байков Н.Н., Позднышев Т.Н., Манусов Р.И. Сбор и промысловая подготовка нефти, газа и воды. М.: Недра, 1981. 261 с.
6. Кошелев В.Н. Химия нефти: учебное пособие. М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. МАКС Пресс, 2009. 100 с.
7. Ребиндер П.А. Избранные труды. Поверхностные явления в дисперсных системах. Коллоидная химия. М.: Наука, 1978. 368 с.
8. РД 153-39.0-313-03 Методика испытаний, подбора и контроля использования деэмульгаторов при промысловой подготовки нефти. ТатНИПнефть, 2003.

Наименование реагента	Смеси скважин по направлениям											
	ТПП			МТП			ЦПС			ЦПНН		
	8°C	20°C	60°C	8°C	20°C	60°C	8°C	20°C	60°C	8°C	20°C	60°C
Реапон-ИК2М	27,7	39,2	100	15,5	39,1	100	68,2	80,2	86,7	11,4	27,7	98,6
Интекс-720	24,9	32,3	73,3	12,3	36,3	99,5	59,6	64,6	74,6	12,4	28,4	83,7
Рекод-118 А2/3	36,4	46,7	97,7	7,3	43,6	100	66,1	76,2	83,1	9,6	26,9	97,9

Таб. 6 — Средняя оценка эффективности реагентов по глубине обезвоживания

ENGLISH

OIL PRODUCTION

Assessment of the effectiveness of a widely used reagent-demulsifier in the thermochemical dehydration of oil

UDC 622.276

Author:

Evgeny A. Gladys — Ph. D., senior researcher¹; jeka_monitor@mail.ru

Alim F. Kemalov — Sc.D., professor, head the Department of HVO&NB; alim.kemalov@mail.ru

Vasil I. Gainullin — Ph. D., associate professor²; vasil.gainullin@yandex.ru

Tynlybek S. Bazhirov — Ph. D., head of innovation technologies department²; tynlybek.bazhirov@gmail.com

¹Kazan Federal University, Kazan, Russian Federation

²M.O. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan

Abstract

The paper was devoted to identifying the strengths and weaknesses of demulsifiers widely used in PJSC "Tatneft" was carried the analysis of their impact on oil and was studied of their properties under the influence of various factors such as concentration, temperature, time, and their influence on the degree of efficiency demulsification. The comparison of the basic properties and summing up the final results of the work of the studied reagents were determined.

Materials and methods

Research on the effectiveness of demulsifiers, such as Rekod-118 A2/3, Intex-720 and the Reapon-IK-2M was carried out on the emulsions sampled wells in the Devonian and Carboniferous type JSC "Tatneft" method "bottle test".

Results

Studies revealed the most effectiveness of reagent Reapon-IK-2M in the process of thermochemical dehydration of Devonian

oil of PJSC "Tatneft" several oil fields.

Conclusions

It was proven necessity and the validity of certain approaches to obtain more reliable information on the effectiveness of comparable reagents of demulsifiers are widely used in PJSC "Tatneft".

Keywords

oil, emulsion, demulsifier, study

References

1. Manovyan A.K. *Tekhnologiya pervichnoy pererabotki nefi i prirodnogo gaza* [Technology of primary processing of oil and natural gas]. Moscow: Chemistry, 2001, 568 p.
2. The book of Nalco about water. Ed. Second. Edited by Frank N. Kemmer. McGraw-Hill Book Company, 1987, 1103 p.
3. Pozdnyshhev G.N. *Stabilizatsiya i razrushenie nefyanykh emul'siy* [Stabilization and destruction of oil emulsions]. Moscow: Nedra, 1982, 271 p.
4. Tumanyan B.P. *Nauchnye i prikladnye aspekty teorii nefyanykh dispersnykh sistem* [Scientific and applied aspects of the theory of oil disperse systems]. Moscow: Nauka i tekhnika, 2000, 335 p.
5. Baykov N.N., Pozdnyshhev T.N., Manusov R.I. *Sbor i promyslovaya podgotovka nefi, gaza i vody* [The collection and field processing of oil, gas and water]. Moscow: Nedra, 1981, 261 p.
6. Koshelev V.N. *Khimiya nefi: uchebnoe posobie* [Chemistry of petroleum: a manual]. Moscow: Russian state University of oil and gas I. M. Gubkin. MAKS Press, 2009, 100 p.
7. Rebinde P.A. *Izbrannye trudy. Poverkhnostnye yavleniya v dispersnykh sistemakh. Kolloidnaya khimiya* [Selected works. Surface phenomena in disperse systems. Colloid chemistry]. Moscow: Nauka, 1978, 368 p.
8. Guidance document Method of testing, selection and control of using demulsifiers in oil treatment, TatNIPIneft, 2003.