

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПОДГОТОВКИ НЕФТЕЙ АЗЕРБАЙДЖАНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ДЕЭМУЛЬГАТОРОВ

И.Н. Келова

НИПИ «Нефтегаз» ГНКАР, 1077, г. Баку, Пираллахинский район, остров Пираллахи, ул. Азизбекова 66, кв.2, д.т. 0124572686, м.т.0505905035; e-mail: 4 5 7 2 6 8 6 @ m a i l . r u

Проведено аналіз якості підготовки нафт Азербайджану із застосуванням реагентів-деемюльгатора. Наведено нові методи удосконалення процесу промислової підготовки вуглеводнів.

Дослідженнями останніх років встановлено, що ефективність застосування того чи іншого виду реагенту багато в чому визначає водовміщення емульсії, а стійкість емульсії залежить від якісного складу нафт. Оскільки технологічний регламент в частині, що стосується дозування водонефтяної системи, часто не витримується, то в залежності від якісного складу нафти та кількісного вмісту компонентів вуглеводневої системи і води витрата реагенту змінюється. Тому виникла необхідність в розроблянні нових технологій введення реагентів.

Показано можливість стимулювання властивостей реагентів фізичними полями, що дасть змогу залучати до процесу деемульсації малоєфективні і водночас час дешеві і екологічно прийнятні реагенти, компенсуючи тим самим дефіцит високоякісних реагентів-деемюльгаторів.

Експериментально доведено існування принципової можливості значного підвищення ефективності процесу деемульсації водонафтових систем, тобто зменшення витрати деемюльгатора шляхом цілеспрямованого підвищення водонасиченому підготовленої нафти до граничного значення.

Ключові слова: нафта, зневоднення, деемюльгатора, ультразвук, водо насиченість.

Проведен анализ качества подготовки нефтей Азербайджана с применением реагентов-деемюльгаторов. Приведены новые методы усовершенствования процесса промышленной подготовки углеводородов.

Исследованиями последних лет установлено, что эффективность применения того или иного вида реагента во многом определяется водосодержанием эмульсии, а устойчивость эмульсии зависит от качественного состава нефтей. Так как технологический регламент в части, касающейся дозировки водонефтяной системы, часто не выдерживается, то в зависимости от качественного состава нефти и количественного содержания компонентов углеводородной системы и воды расход реагента изменяется. Поэтому возникла необходимость в разработке новых технологий введения реагентов.

Показана возможность стимулирования свойств реагентов физическими полями, что позволит привлекать к процессу деемульсации малоэффективные и в то же время дешевые и экологически приемлемые реагенты, компенсируя тем самым дефицит дорогостоящих реагентов-деемюльгаторов.

Экспериментально доказано существование принципиальной возможности значительного повышения эффективности процесса деемульсации водонефтяных систем, т.е. уменьшения расхода деемюльгатора путем целенаправленного повышения водонасыщенности подготовленной нефти до предельного значения.

Ключевые слова: нефть, обезвоживание, деемюльгатор, ультразвук, водонасыщенность

In article the analysis of a condition of preparation oils Azerbaijan with application of reagents-demulsifiers, and also new methods of improvement in the course of trade preparation of hydrocarbons is carried out.

By researches of last years it has been revealed, that efficiency of application of this or that kind of a reagent is in many respects defined by the water maintenance emulsion, and stability emulsion, besides other, depends on qualitative structure petroleum. So the production schedules regarding a concerning dosage of water oil system a reagent, often are not maintained and depending on qualitative structure of oil and the quantitative maintenance of components of hydrocarbon system and water the reagent expense changes. In this connection has arisen necessity for working out of new technologies on the basis of application of reagents and influence of physical fields

In article possibility of stimulation of properties of reagents is shown by physical fields. Possibility of stimulation of properties of reagents with physical fields has allowed involving also in process demulsifications ineffective and at the same time cheap and ecologically comprehensible reagents and by that to compensate deficiency in expensive reagents - emulsion breakers.

By experimental methods it is shown, that there is a basic possibility of substantial increase of efficiency of process demulsifications water oil systems, i.e. expense reduction деемюльгатора by purposeful increase of a water saturation of the prepared oil to limiting value.

Keywords: oil, dehydration, demulsifiers, ultrasound, water saturation

Развитие топливно-энергетического комплекса Азербайджана наряду с освоением новых перспективных месторождений нефти и газа предусматривает интенсификацию нефтегазодобычи с уже разрабатываемых месторождений.

В настоящее время в разработку введено большое количество месторождений нефти повышенной вязкости. Эти нефти в большинстве

случаев обладают аномальными свойствами и являются неньютоновскими, что вызывает дополнительные затруднения при разработке нефтяных месторождений (образуются сложные гетерогенные системы-эмульсии [1]) и транспортировке добываемого продукта.

Наличие воды в составе добываемой нефти приводит к удорожанию ее транспортировки, присутствие минеральных солей в виде кри-

сталлов и водного раствора вызывает усиленную коррозию металла оборудования и трубопроводов, а наличие в нефти механических примесей - абразивный износ нефтеперекачивающего оборудования и трубопроводов, ухудшение качества получаемых нефтепродуктов и нарушение технологического режима переработки нефти из-за недостаточной герметизации систем сбора, транспорта и хранения лёгкие углеводороды (от этана до пентана) теряются в результате испарения).

Перечисленные причины обуславливают необходимость подготовки, которая предусматривает обработку нефти с целью удаления загрязняющих компонентов - воды, минеральных солей, механических примесей, лёгких углеводородных газов, усложняющих её транспортировку и последующую переработку [2].

Современные процессы нефтепереработки требуют глубокого обезвоживания и обессоливания сдаваемой на переработку нефти. Как известно, деэмульсация тяжелых нефтей усложнена их высокой вязкостью, малой разностью плотностей пластовой воды и нефти, наличием большого количества асфальтено-смолистых веществ и механических примесей. Подготовка нефти ведётся на комплексных установках обезвоживания, обессоливания и стабилизации нефти, объединённых в единую технологическую схему сбора и подготовки нефти и попутного газа на нефтяных промыслах республики. Качество подготовки нефти регламентируется ГОСТом.

От качества подготовленной нефти зависят эффективность и надёжность работы магистрального трубопроводного транспорта, стоимость товарной нефти и качество полученных из нее продуктов.

Товарная нефть, сдаваемая промыслами по первой группе, наивысшую цену. На термохимических и электрообессоливающих промысловых установках содержание солей и воды в нефти стремятся довести до нормы, обеспечивающей получение нефти по I группе. Для решения этих проблем применяются деэмульгаторы, которые кроме своих основных свойств обладают специализированным действием, обладающим способностью разрушать нефтяные эмульсии, к которым в промышленном масштабе предъявляются определенные требования [3].

Деэмульгатор должен обладать значительной активностью, чтобы при небольшом расходе обеспечить разложение эмульсированной нефти. Помимо активности очень важно, чтобы добавление химического вещества при деэмульсации не ухудшало качество обезвоженной нефти и получаемых из нее нефтепродуктов. Кроме того, деэмульгатор должен обладать способностью хорошо смешиваться с той системой, в которую он вводится, что необходимо для обеспечения тесного контакта его с эмульгатором.

При обработке нефтяной эмульсии деэмульгатор, попадая в нефтяную фазу эмульсии, взаимодействует с защитными слоями на кап-

лях эмульгированной воды, поэтому вероятно существование связи между структурой и составом стабилизатора на поверхности данных капель со структурой и составом деэмульгаторов, наиболее эффективно обрабатывающих эмульсию нефти. Для выявления взаимосвязи свойств деэмульгаторов с углеводородным составом нефтей, взятые для исследования эмульсии в зависимости от соотношения суммарного содержания асфальтенов и смол к содержанию парафинов в нефти разделены на три группы:

- смешанного типа (указанное соотношение 0,75 - 1,39);
- смолистого типа (2,16 - 3,28);
- высокосмолистые (более 4).

Такая в определенной мере произвольная классификация позволяет выявить некоторые тенденции взаимосвязи свойств деэмульгаторов с их эффективностью при обработке эмульсий нефтей различного углеводородного состава.

Полученные закономерности позволяют выявить наиболее эффективную группу веществ, относящихся к данному классу соединений, и на основе их строения подобрать необходимое сырье и разработать технологию для производства этих веществ. Этот подход обеспечивает возможность получения деэмульгаторов с высокой деэмульгирующей способностью применительно к технологическим процессам подготовки нефтей с разнообразными физико-химическими свойствами.

Большое значение в процессе промышленной подготовки нефти имеет не только тип деэмульгатора, но и технология обработки им эмульсии. Химическое деэмульгирование нефтяных эмульсий включает две стадии: доведение деэмульгатора, введенного в нефтяную эмульсию, до поверхности капель эмульгированной воды и проникновение его в защитные слои капель с последующим их разрушением. Первая из них наиболее важна как лимитирующая стадия процесса разрушения защитных оболочек на поверхности капель эмульгированной воды и зависит от способа введения деэмульгатора, его физико-химических свойств, углеводородного состава нефтяной фазы эмульсии и турбулентности обрабатываемого потока. На эффективность проведения первой стадии процесса значительно влияет растворимость деэмульгаторов в нефтяной фазе эмульсии. Управление этой стадией осуществляется путем изменения гидродинамических параметров эмульсионного потока и выбором способа введения деэмульгатора.

Вторая стадия технологии зависит, в основном, от эффективности процесса выхода деэмульгатора на межфазную поверхность капель эмульгированной воды. Она может быть интенсифицирована путем внесения дефекта (концентратора напряжения) механическим или физическим способом в структуру защитных оболочек в присутствии деэмульгатора.

Анализируя состояние подготовки нефтей Азербайджана с применением реагентов-деэмульгаторов, а также новые методы усовершенствования в процессе промышленной подго-

товки углеводородов, можно отметить следующее.

Как известно, предприятиями химической промышленности бывшего Союза, а также Германии, США, Японии, Англии разработаны реагенты – деэмульгаторы. В Азербайджане в качестве деэмульгатора использовался реагент «контакт Петрова», именуемый промышленниками как «осветленный контакт». Затем в производство поступил нейтрализованный черный контакт (НЧК) и различные его модификации. Начиная с 1967 года в республику стали использовать деэмульгаторы зарубежного образца типа Дисольван-4411. Активные работы по созданию эффективных деэмульгаторов велись в России (Башкирия, Татария). Так, еще в конце 80-х годов в республику начал поступать из Татарии реагент Реапон-4. Однако на сегодняшний день среди зарубежных реагентов общепризнанным остается Дисольван. Среди отечественных разработок последних лет весьма конкурентоспособным являются реагенты ALKAN DE-202 и ALKAN DE-318.

На эмульсионных нефтях НГДУ ПО «Азнефть» были проведены исследования эмульгирующих свойств отечественных и зарубежных деэмульгаторов: Проксанол 186; 305; Прокса-

мин 385; Оксифос, Дипроксамин 157, НЧК, Сульфанол, Проксамин марки 435, 436, 437, 438, 440, 441, 442, 443 и 444 фирмы «HEXST» (ФРГ), Дисольван 4411 фирмы «НУВВЕЛКС» (Япония), марки GNB 005, 050, 210, 217, 302, 303, 304, 131, 140, 221, 301, 401, 500 фирмы «BASF» (ФРГ), Сепарол 25, 3337, 3341. В исследованиях использовались нефти, отличающиеся по стойкости эмульсии, содержанию воды и физико-химическим свойствам. Как известно, содержание механических примесей и парафино-смолистых веществ в нефти отрицательно влияет на деэмульгирующую способность применяемых деэмульгаторов, и затрудняет их выбор.

Исследования проводились в диапазоне изменения удельного расхода реагента - в пределах от 50 до 300 г/т нефти, при температурах от 313 до 348 К с различной обводненностью нефти. Обрабатываемая нефть во всех опытах осуществлялась четырехчасовым отстоем. Остаточное содержание воды в товарной нефти определялось на аппарате Дина – Старка.

Результаты исследований деэмульгирующих свойств химических реагентов на нефтяных эмульсиях НГДУ ПО «Азнефть» приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты обезвоживания нефтей Азербайджана деэмульгаторами

НГДУ	Исходное содержание воды в нефти, %	Наименование химических реагентов	Расход реагента, г/т	Температура нагрева, К	Остаточное содержание воды в нефти, %		
Им. А.Д.Амирова	18,4	Дисольван 4490	80	342	1,2		
			100		0,8		
		Прогалит 444	80		3,8		
			100		6,0		
		Сепарол 25	80		6,4		
			100		5,6		
	3,0	Дисольван 4411	80		1,4		
			100		0,5		
		100	2,0				
	5,6	Дисольван 4411	150		1,2		
			50		0,8		
			80		0,8		
			100		0,4		
	Биби-Эйбат нефть	12,7	Дисольван 4411		50	333	5,3
					100		2,1
150				0,9			
Проксамин 385			50	3,9			
			100	1,8			
			150	0,9			
18,4		Проксанол 305	50	7,9			
			100	3,1			
			150	2,1			
18,4		Прогалит 444	50	11,2			
			100	9,1			
			150	6,3			

Продолжение таблицы 1

НГДУ	Исходное содержание воды в нефти, %	Наименование химических реагентов	Расход реагента, г/т	Температура нагрева, К	Остаточное содержание воды в нефти, %		
Биби-Эйбат нефть	18,4	Дисольван 4411	50	333	11,2		
			100		9,1		
			200		6,3		
		Проксамин 385	50	343	5,5		
			100		2,7		
			200		1,7		
		Проксанол 305	50	343	6,0		
			100		3,3		
		Сепарол-3337	50	333	28		
			100		7,9		
			150		0,8		
		Мурадханлы-нефть	40,0	Дисольван 4490	100	333	38,7
200	36,5						
300	30,2						
Сепарол-3341	100		1,5				
	150		1,0				
	200		0,9				
	Сепарол 25		100	39,2			
			200	38,9			
			300	38,6			
Прогалит 444	100		39,1				
	200		37,8				
	300		36,9				
Дисольван 4411	100		39,2				
	200		30,8				
	300		30,2				
Сальян-нефть	26,0		Дисольван 4411	60	348		11,4
				100			9,6
				150			3,7
Сальян -нефть	26,0	Проксамин 385	60	348	9,9		
			100		5,2		
			150		2,8		
		Прогалит 444	60		17,3		
			100		14,7		
			150		10,3		
Ширван-нефть	28,7	Дисольван 4411	50	333	2,5		
			80		2,0		
			100		1,8		
		Проксанол 305	50		3,1		
			80		3,1		
			100		2,1		
Бинагади-нефть	10,8	Дисольван 4490	30	333	0,7		
			80		0,9		
			100		0,6		
		Прогалит 444	30		1,6		
			80		1,6		
			100		1,6		

Продолжение таблицы 1

НГДУ	Исходное содержание воды в нефти, %	Наименование химических реагентов	Расход реагента, г/т	Температура нагрева, К	Остаточное содержание воды в нефти, %
Бинагадинефть	10,8	Сепарол 25	30		1,6
			80		1,6
			100		1,4
		Дисольван- 4411	30		1,1
			80		1,2
			100		0,9
			120		0,6

Как видно из таблицы 1, большинство реагентов не проявило достаточной экономической эффективности: при их применении требовались дополнительные расходы реагентов, что является экономически нецелесообразным.

Исследованиями последних лет было выявлено, что эффективность применения того или иного вида реагента во многом определяется водосодержанием эмульсии, а устойчивость эмульсии, помимо прочего, зависит от качественного состава нефтей. Ввиду этого технологический регламент в части, касающейся дозировки водонефтяной системы реагентом, часто не выдерживается и в зависимости от качественного состава нефти и количественного содержания компонентов углеводородной системы и воды расход реагента изменяется. В связи с этим возникла необходимость в разработке новых технологий на основе применения реагентов и воздействием физических полей [4,5,6].

Нами было исследовано влияние термоультразвуковой обработки на процесс химической деэмульсации. Иницирующий эффект от ультразвукового воздействия связан с повышением площади контактирующих фаз. С увеличением поверхности раздела в условиях генерирования ультразвуковых волн улучшаются условия доставки реагента до границы раздела фаз, что способствует стимулированию процесса деэмульсации. Работы в этом направлении велись с учетом обеспечения отрасли необходимыми объемами реагентов местного производства, отвечающих экологическим требованиям и задачам ресурсосбережения. Здесь следует отметить, что технологии по комбинированному применению химических реагентов с физическими полями наряду с иницированием технологических операций позволило, в определенной степени, покрывать дефицит в дорогостоящих реагентах. Возможность стимулирования свойств реагентов физическими полями позволило также привлекать к процессу деэмульсации малоэффективные и в то же время дешёвые и экологически приемлемые реагенты.

Для технико-экономической оценки целесообразности применения комбинированной деэмульсации с реагентом «Сепарол-3337» и ультразвуковым полем был рассмотрен параметр удельного расхода реагента φ , характери-

зующий расход деэмульгатора на единицу эффективности его применения:

$$\varphi = \frac{C}{\Delta \varepsilon} .$$

В зависимости от параметра удельной эффективности процесса деэмульсации от расхода реагента на рисунке 1 представлены характерные регулировочные кривые для $\varphi = \frac{C}{\Delta \varepsilon}$ реагента «Сепарол-3337». Как видим, наименьший расход реагента, приходящийся на единицу эффективности, после ультразвукового воздействия снижается. Такое комбинированное воздействие позволяет инициировать процесс деэмульсации реагентами, тем самым компенсировать дефицит в дорогостоящих реагентах-деэмульгаторах ультразвуком.

В Азербайджане большое количество месторождений находятся на поздней стадии разработки. Длительная эксплуатация нефтяных месторождений и заводнение нефтеносных пластов приводят к образованию стойких водонефтяных эмульсий. На конечных стадиях разработки содержание воды в нефти может достигать 90% и более, при этом сырье, поступающее на установки подготовки нефти, характеризуется не только разнообразием физико-химических свойств, но и изменением его состава во времени [7].

Внедрение новых технологий по разрушению стойких водонефтяных эмульсий требует разработки научно-обоснованного подхода, базирующегося на глубоком знании особенностей формирования структуры межфазного слоя в зависимости от содержания и состава водной и нефтяной фаз. Однако на данное время структурно-механические свойства эмульсий в зависимости от строения нефтяных стабилизаторов, характеризующихся сложностью состава, недостаточно глубоко исследованы. Углубленное изучение группового состава межфазных слоев эмульсий, в которых концентрируются эмульгаторы, имеет научно-практическое значение для разработки нефтяных месторождений.

В качестве объекта исследования выбрана высоковязкая, реологически сложная нефть находящегося на поздней стадии разработки Мурадханлинского месторождения. На секцион-

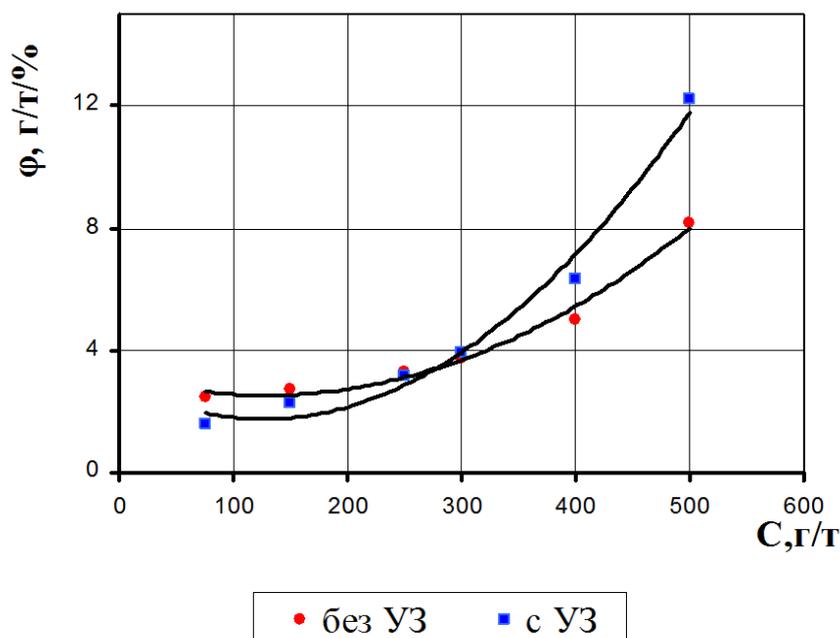


Рисунок 1 – Зависимость параметра удельной эффективности процесса деэмульсации от расхода реагента

Таблица 2 – Зависимость остаточного содержания воды от водонасыщенности нефти при различных расходах реагента

Расхода реагента Дисольван-444, г/т	Водонасыщенность, %						
	22	30	40	50	60	70	80
	остаточное содержание воды, %						
200	18	16	15.5	14	10	8	6
300	10	7	5.5	5	2.7	2.4	1.2
400	9	6.5	5.2	4.8	2	1.6	0.4
500	8	6	5	4.5	1.5	1.2	0.1
600	7	5.5	4	4	1.2	0.6	0.1

ной вибромешалке при одинаковых амплитудно-частотных характеристиках мешалки были приготовлены эмульсионные пробы различного водосодержания. Максимальная доза насыщения водонефтяной эмульсии составила 80%, минимальная водонасыщенность - 22%. Пробы дозировались различными расходами реагента - от 200 до 600 г/т при температуре реагента 60 °С

Как видно из таблицы 2, деэмульгация нефти при начальном содержании воды 22%, не дала ожидаемого результата, т.е. при использовании максимального расхода реагента (600 г/т) остаточное содержание воды составило 7 %. Аналогичные результаты были получены при 30, 40, 50% содержании воды (остаточное содержание воды составило выше 4%, что не отвечает основным требованиям к качественной подготовке нефти) при этом требовались дополнительные расходы реагентов, что является экономически нецелесообразным.

И только при повышенной водонасыщенности - 70% и выше, а также при расходе реагента 600 г/т, остаточное содержание воды не превышало одного процента. Это подтвердило

достижимость высокой степени обезвоживания нефти и свидетельствует об ускорении процесса выделения воды из эмульсии и уменьшении расходного содержания реагента-деэмульгатора при повышенной водонасыщенности.

Таким образом, экспериментальными методами доказано существование принципиальной возможности значительного повышения эффективности процесса деэмульсации водонефтяных систем (т.е. уменьшения расхода деэмульгатора), которая достигается путем целенаправленного повышения водонасыщенности подготовленной нефти до предельного значения.

Литература

1 Гумбатов Г.Г. Изучение процесса сбора, транспорта и подготовки нефтей в условиях морских месторождений Azerbaijan / Г.Г. Гумбатов. – Баку: Элм Академия наук Azerbaijan, 1996. – 240 с.

2 Лутошкин Г.С. Сбор подготовка нефти, газа и воды / Г.С. Лутошкин. – М.: Недра, 1979. – 210 с.

3 Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества. Свойства и применение / А.А. Абрамзон. – М.: Химия, 1975. – 245 с.

4 Повышение эффективности применения реагентов на основе применения физических полей / О.Т.Багиров, И.Н.Келова, С.Г.Салимова // Азербайджанское народное хозяйство. – 2002. – № 1. – С.20-23.

5 Стимулирование свойств реагентов физическими полями в процессе деэмульсации нефтей / [Багиров М.К., Багиров.О.Т., Рамазанова Ф.А., Келова И.Н.] // Процессы нефтехимии и нефтепереработки. – 2002. – № 1(8). – С.19-22.

6 Келова И.Н. Использование ультразвука при деэмульсации нефтей // Азербайджанское нефтяное хозяйство. – 1999. – №12. – С. 30-33.

7 Технология обезвоживания реологически сложных нефтей при подготовке их к транспорту / Г.Г.Исмайылов, И.Н.Келова, Г.П.Алиев, Х.И.Гасанов // Трубопроводный транспорт: Теория и практика. – 2011. – № 6. – С. 30-33.

*Стаття надійшла до редакційної колегії
23.01.13*

*Рекомендована до друку
професором **Мойсишиним В.М.**
(ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ)
професором **Гасановим Е.**
(НИПИ «Нефтегаз» ГНКАР,
Азербайджан, г. Баку)*