УДК 622.692.12:665.622.43

© Коллектив авторов, 2005

Применение реагента Реапон-ИК для внутритрубной деэмульсации и подготовки товарной нефти

А.Р. Пантелеева,
В.Г. Лодочников,
К.А. Попов,
Е.К. Дмитриева,
Н.А. Когут
(ОАО «НАПОР»)

Implementation of reagent Reapon-IK for in-tube demulsification and separator oil conditioning

A.R. Panteleeva, V.G. Lodochnikov, K.A. Popov,
E.K. Dmitrieva, N.A. Kogut (Napor OAO)

A new high efficient demulsifier Reapon-IK is developed. This demulsifier is aimed to disrupt water-oil emulsions when oil with different reological properties in transported and prepared. There is the industrial experience to apply Reapon-IK in oilfields of Tartarstan and Udmurty.

В настоящее время одной из основных задач нефтедобывающей отрасли является максимально эффективное использование промыслового оборудования для подготовки товарной нефти с привлечением минимального количества материальных и технологических ресурсов.

Нерациональная разработка месторождений приводит к заводнению нефтяных пластов, увеличению обводненности добываемой жидкости, снижению ее температуры. С проблемой «холодного» отстоя в России нефтедобывающие объединения сталкиваются не только в северных районах и Западной Сибири, где она обусловлена с климатическими условиями, но и в средней полосе («Татнефть», «Башнефть», «Удмуртнефть» и др.).

В сложившейся ситуации подбор оптимального деэмульгатора является одной из сложнейших задач, поскольку эффективность работы установки предварительного сброса воды (УПСВ), где основные процессы сепарации происходят, как правило, без предварительного нагрева, зависит прежде всего от применяемого реагента.

Промышленно применяемые деэмульгаторы делятся на три основные группы: анионактивные, катионактивные и неионогенные. В последнее время, применяются в основном неионогенные деэмульгаторы и их композиции с ионоактивными благодаря их высокой эффективности и технологичности применения.

В литературе сведений о наличии деэмульгаторов, работающих при низких температурах (примерно 10 °С и ниже), крайне мало. Ограниченный ассортимент промышленно выпускаемых неионогенных ПАВ (полимеры блочного типа: полиэфиры, дипроксамины, лапролы и др.) не позволяет решать такие проблемы нефтеподготовки, как глубокое обезвоживание, обессоливание нефти и подготовка подтоварной воды. Поэтому перед нами стояла задача модификации промышленных блоксополимеров с целью увеличения их эффективности.

Нами было изучено влияние органических кислот, в том числе природного происхождения, на свойства полученного деэмульгатора. Отличительной особенностью полученных реагентов было использование карбоновых кислот в качестве концевых фрагментов блоксополимеров этилен- и пропиленоксидов и дикарбоновых кислот как агентов для «сшивки» при этерификациии в условиях кислого катализа (Патент РФ № 2174533, МКИ С 10G 33/04, 2001). Эффективность синтезированных образцов изучали на реальных эмульсиях методом «бутылочных проб», в качестве реагентов сравнения использовали деэмульгаторы известных западных фирм (BASF, Clariant, Clear Water, Nalco/Exxen, Дау Хемикал). В результате проведенных исследований из многообразия образцов был выбран наиболее эффективный реагент, обладающий комплексным действием - Реапон-ИК, сохраняющий свои деэмульсационные свойства в эмульсиях различного типа даже при низких температурах (5-10 °С). По данным лабораторных испытаний, по эффективности реагент Реапон-ИК не уступает импортным деэмульгаторам, а часто превосходит некоторые из них, особенно при низких температурах отстоя.

По результатам лабораторных испытаний, проведенных в ОАО «Татнефть» в 2001 г., были начаты опытно-промысловые испытания реагента Реапон-ИК на высокосернистых объектах нефтедобычи НГДУ «Ямашнефть», где до этого применяли деэмульгаторы LML 4312 (Nalco/Exxen) и Дауфакс DF 70 (Дау Химикал). Средняя обводненность добываемой жидкости в НГДУ «Ямашнефть» составила около 50 %.

Из-за большой удаленности УКПН от месторождений и установок предварительного сброса воды в НГДУ «Ямашнефть» остро стоял вопрос о максимальном отделении воды на УПСВ и ее использования для поддержании пластового давления без дополнительной подготовки. Эффективность работы деэмульгатора Реапон-ИК в НГДУ «Ямашнефть» контролировали в первую очередь по остаточному содержанию воды и солей в пробе нефти, отобранной на выходе с установки предварительного сброса воды, и содержанию нефтепродуктов в пластовой воде. Результаты контрольных измерений остаточной обводненности в пробах в период проведения опытно-промысловых испытаний показали, что в подготовленной на УПСВ

Место отбора проб	Обводненность продукции, %	Тип реагента	Удельный расход реагента, г/т нефти (г/м³ жидкости)	Скорость коррозии, мм/год		Эффективность защиты от внутренней коррозии, %	Содержание нефтепродуктов в воде, мг/л
				контрольная	при применении реагента		
ДНС-2с	26	LML 4312	80,0 (59,0)	0,026	0,0074	71,5	50
		Реапон-ИК	67,0 (49,4)	0,017	0,0009	94,7	17
ГЗНУ-110	38	LML 4312	63,6 (40,3)	0,026	0,0058	77,7	29
		Реапон-ИК	62,0 (39,0)	0,017	0,0023	86,5	3
ДНС-1с	37,0	LML 4312	61,0 (38,5)	0,026	0,0096	63,1	21
		Реапон-ИК	58,8 (36,9)	0,017	0,0013	92,4	6

нефти остаточное содержание воды не превышало 2 % (допустимое содержание остаточной воды по технологическим нормам работы установки - до 5 %), а иногда качество сырой нефти соответствовало второй категории товарной нефти по содержанию солей и воды. В период испытаний реагента комплексного действия Реапон-ИК установки комплексной подготовки нефти и предварительного сброса воды работали в нормальном технологическом режиме. Добываемая нефть, поступавшая на установки подготовки высокосернистой нефти (УПВСН), по данным анализов проб, содержала не более 1-2 % воды. Средняя обводненность нефти, поступавшей на УПВСН, в мае составила 1,22 % (LML 4312), в июне – 1,12 %, в июле – 0,44 %.

Следует подчеркнуть, что высокая степень обезвоживания нефтепромысловых сред на установках предварительного сброса воды позволила снизить температуру окончательной подготовки нефти на УПВСН на 5-7 °С и экономить газа более 500 м³/сут. Кроме того, удельный расход деэмульгатора на УПВСН был уменьшен с 1,5 до 0,38 т/мес, средний расход деэмульгатора по НГДУ – с 120 до 96 г/т, а в летний период - до 69 г/т. При этом качество подготовки пластовой воды (по содержанию нефтепродуктов) улучшилось в 2-4 раза.

Одновременно велся мониторинг коррозионной агрессивности добываемых нефтепромысловых жидкостей (см. таблицу). Скорость коррозии в промысловых условиях определяли гравиметрическим методом совместно с лабораторией коррозии НГДУ «Ямашнефть» по образцам-свидетелям, установленным в специально оборудованных узлах коррозионного контроля. Результаты исследований показали, что применение для внутритрубной деэмульсации и подготовки нефти реагента комплексного действия Реапон-ИК обеспечивает высокое качество подготовки нефти и защиту нефтепромыслового оборудования (системы нефтесбора) от внутренней коррозии на 86-95 %. Применение в НГДУ «Ямашнефть» деэмульгатора-ингибитора коррозии Реапон-ИК вместо реагентов LML 4312, Дауфакс DF 70, ДИН 11 позволило за 8 мес 2001 г. сэкономить 4,7 млн. руб.

В июне 2001 г. были начаты опытно-промысловые испытания реагента Реапон-ИК для сернистых и девонских нефтей НГДУ «Елховнефть», где ранее применяли деэмульгаторы Рекод-752 для нефти девонского типа и Рекод-758 для угленосной нефти. Реагент Реапон-ИК подавали на концевых точках и термохимической установке (ТХУ). В ходе испытаний подбирали оптимальные дозировки реагента, критерием оценки его эффективности служило качество товарной нефти и отделенной пластовой воды.

Средний удельный расход деэмульгатора по НГДУ «Елховнефть» в период испытаний (июнь - август 2001 г.) был снижен с 110,8 (Рекод-758) до 90,8 г/т нефти (Реапон-ИК) для сернистых нефтей и с 80,7 (Рекод-752) до 73,0 г/т нефти (Реапон-ИК) для девонских без ухудшения качества подготовки нефти. Кроме того, среднемесячный расход реагента на ТХУ снизился с 794 (июнь 2002 г.) до 457 кг (июль 2002 г.) и в августе 2004 г. составил 448 кг; что свидетельствует о глубокой степени обезвоживания нефти на промыслах. При этом затраты на подготовку 1 т угленосной нефти в 2002 г. были снижены с 4,74 до 2,47 руб., а девонской - с 3,16 руб. до 1,79 руб. Качество подготовки пластовой воды в период испытаний Реапон-ИК соответствовало всем предъявляемым требованиям (содержание нефтепродуктов не превышало 30 мг/л, КВЧ - 26 мг/л).

Подтверждением высокой эффективности деэмульгатора Реапон-ИК при низких температурах являются результаты опытно-промысловых испытаний и его дальнейшее промышленное применение для угленосных высокопарафинистых нефтей Як-Бодьинского и Южно-Лиственского месторождений ОАО «Удмуртторф». После отстаивания с реагентом в резервуарах предварительного сброса промысловой жидкости, транспортируемой нефтевозами с Южно-Лиственского месторождения на установку подготовки нефти, содержание воды было высоким, что значительно увеличивало затраты. В результате проведения лабораторных испытаний, показавших высокую эффективность реагента Реапон-ИК по сравнению с применявшимся Реапон-4В, в январе 2003 г. были начаты опытно-промысловые работы.

Эффективность применения реагента Реапон-ИК контролировали по качеству товарной нефти (остаточному содержанию воды) и суточному сбросу воды на УПСВ Южно-Лиственского месторождения. В период испытаний реагента комплексного действия Реапон-ИК установка подготовки нефти и предварительного сброса воды работали в нормальном технологическом режиме. Содержание остаточной воды в сдаваемой нефти в декабре 2002 г. составляло в среднем 2,1 %, 19.01.03 (при переходе на Реапон-ИК) – 2 %. Отметим, что высокая степень обезвоживания нефтепромысловых сред в условиях холодного отстоя на УПСВ Южно-Лиственского месторождения позволила снизить дозировку реагента с 235 до 80 г/т нефти с одновременным увеличением среднесуточного сброса воды с 78,9 до 91,3 м³. Причем во время испытаний наблюдалось снижение температуры до –40 °С. Общий расход деэмульгатора в период испытаний с декабря 2002 г. по февраль 2003 г. в среднем по ОАО «Удмуртторф» был снижен с 215 до 140 г/т нефти.

Деэмульгатор-ингибитор коррозии Реапон-ИК первоначально разрабатывался как реагент, обладающий высокими деэмульсационными свойствами при низкой температуре, для внутритрубного водоотделения. Введение в состав деэмульгатора «сшитых» кислотами сополимеров на основе пропиленоксидов позволило улучшить его свойства при окончательном отжиме воды на УПН. Так, были разработаны две новые модификации реагента: Реапон-ИК-1 и Реапон-ИК-2. В ноябре 2003 г. были начаты опытно-промышленные испытания указанных деэмульгаторов на высокосернистых (Реапон-ИК-1) и девонских эмульсиях (Реапон-ИК-2) ЦДНГ-1 ОАО «Татнефтеотдача». На данных объектах подготовка нефти осуществля-

ется только на УПСВ без использования дополнительного подогрева. Удельный расход реагента на СП-2 (девон) удалось снизить с 125 г/т (Реапон-ИФ) до 100 г/т в зимнее время и 70 г/т весной (Реапон-ИК-2), расход реагента на ДНС-1с (карбон) - с 145 (Реапон-ИФ) до 100 г/т нефти (Реапон-ИК-1), при этом остаточное содержание воды в товарной нефти было снижено с 1,5 до 0,5-0,7 %. В целом при переходе с реагента Реапон-ИФ на Реапон-ИК-1 и Реапон-ИК-2 затраты по подготовке 1 т нефти были снижены с 5,1 до 3,7 руб.

В октябре 2003 г. были начаты промысловые испытания деэмульгатора Реапон-ИК-2 на девонских нефтяных эмульсиях НГДУ «Альметьевнефть» без изменения технологического регламента подачи деэмульгатора. По результатам испытаний степень разрушенности эмульсии в нефтесборных коллекторах (ГЗУ - ДНС) составила 82-99 %, а в напорных нефтепроводах (ДНС - САТП) – 100 %, что свидетельствует о высоких деэмульгирующих свойствах реагента в применяемых дозировках. Расход реагента в течение месяца был снижен с 110 до 80-90 г/т нефти. При этом годовая потребность в деэмульгаторе уменьшилась более чем на 30 т. С учетом низкой стоимости реагента Реапон-ИК-2 по сравнению с применяемыми ранее СНПХ-4315, ДИН-1а и Далфакс экономия при закупке деэмульгатора составила 6,5 млн. руб. Затраты на подготовку 1 т нефти были снижены с 5,02 до 3,35 руб. В период применения деэмульгатора технологических срывов не происходило, дозировка была снижена без ущерба для производства и ухудшения качества подготовки воды. Кроме того, реагент Реапон-ИК-2 показал свою универсальность: до начала его применения на промысле одновременно использовались СНПХ-4315, ДИН-1а и Далфакс. Результаты оперативного контроля показали, что без Реапон-ИК-2 скорость коррозии достигает 0,25 мм/год, а при регулярной подаче реагента снижается до 0,019-0,054 мм/год.

В начале 2004 г. были начаты опытно-промысловые испытания деэмульгатора Реапон-ИК-1 на высокосернистых эмульсиях ЦДНГ 4 НГДУ «Ямашнефть», отличающихся высокой агрегатной устойчивостью. Компьютерные данные по уровням в РВС-1 за март, апрель и май 2004 г. свидетельствуют, что в период применения реагента LML-4312 толщина нефтяного слоя не превышала 1 м, при переходе на Реапон-ИК-1 в первый месяц испытаний составляла не менее 2 м, а во второй - достигала 6-7 м. Среднее остаточное содержание воды в нефти после РВС-2 на ДНС-8 при применении деэмульгатора LML-4312 равнялось 2 % (по данным лаборатории ЦНИПР), реагента Реапон-ИК-1 в апреле месяце - 1,08 %, а в мае - 0,73 %.

Таким образом, опытно-промысловые испытания показали, что реагенты серии Реапон-ИК обеспечивают высокую степень разрушения эмульсии на стадиях внутритрубной деэмульсации и предварительного сброса, качественную подготовку подтоварной воды и одновременно защищают нефтепромысловое оборудование от коррозии. При подаче на установки подготовки нефти эти реагенты позволяют получить товарную нефть высокого качества. Применение перспективного реагента Реапон-ИК при внутритрубной деэмульсации и на установках подготовки нефти дает возможность рационально использовать материально-технические ресурсы и снижает себестоимость добываемой нефти.