

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ ДЕЭМУЛЬГАТОРА НА ПРОЦЕСС РАЗРУШЕНИЯ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Садырбаева А.С., Байботаева С.Е., Туребекова А.М., Жанабай С.Ж.

Подготовка нефти к транспортировке является одним из важнейших этапов в технологической цепочке «добыча - транспортировка - переработка». От качественной подготовки нефти максимально зависит свойство нефти при добыче, ее себестоимость, а также качество нефтепродуктов. При эксплуатации нефтепромыслового оборудования часто образуются высоко устойчивые эмульсии, например, «вода в нефти». Стабильность приобретенных эмульсий может быть совершенно различной: от нескольких секунд до нескольких лет. Подобная различная агрегативная стабильность обуславливается разными термодинамическими действиями в нефти, образования двойного электрического слоя, свойствами эмульгированной воды, плотностью и вязкостью нефти. К естественным стабилизаторам нефтяных эмульсий относятся естественные «поверхностно активные вещества» (парафины, смолы, нафтены и другие). А также свою роль вносят мельчайшие взвешенные частицы кварца, глины, соли. Стабильные нефтяные эмульсии значительно усложняют работу оборудования (падает эффективность работы насосных установок, увеличение давления жидкости значительно поднимает нагрузку на электродвигатели и трубопроводы, оборудование подвергается значительному коррозионному износу). Это проблема решается путем применения специальных химических реагентов - деэмульгаторов.

Ключевые слова: деэмульгатор; поверхностно активные вещества; неионогенные поверхностно-активные вещества; разрушение эмульсии.

EFFICIENCY OF IMPACT OF THE DEEMULGATOR ON THE PROCESS OF DESTRUCTION OF WATER OIL EMULSIONS

Sadyrbaeva A.S., Baibotava S.E., Turebekova A.M., Zhanabay S.Zh.

Preparation of oil for transporting is one of the most important stages in the production - transportation - processing chain. The quality of oil in the production of oil depends on the quality of oil production, its cost, and the quality of oil products. During the operation of oil field equipment, highly stable emulsions are often formed, for example, "water in oil". The stability of the acquired emulsions can be completely different: from several seconds to several years. Such various aggregative stability is due to different thermodynamic effects in oil, the formation of an electrical double layer, the properties of emulsified water, the density and viscosity of oil. The natural stabilizers of oil emulsions include natural "surface active substances" (paraffins, resins, naphthenes, and others). As well as their role contribute the smallest suspended particles of quartz, clay, salt. Stable oil emulsions significantly complicate the work of the equipment (the efficiency of pumping units decreases, an increase in fluid pressure significantly increases the load on the electric motors and pipelines, the equipment undergoes significant corrosive wear). This problem is solved by the use of special chemical reagents - demulsifiers.,

Key words: demulsifier; surface active substances; non-ionic surfactants; emulsion destruction.

В отличие от обычных нефтей, высоковязкие нефти являются

высококонцентрированными ассоциированными дисперсными системами, что осложняет не только добычу, но и негативно отражается на их подготовке и транспортировании. Особое место занимают нефти с содержанием асфальто-смолистых веществ выше критического значения (35% масс.). Добыча, подготовка и транспортирование таких нефтей невозможны без применения специальных технологий. Более того, отсутствие системного подхода к вопросам интенсификации часто приводит к осложнениям, возникающим на последующих стадиях, а применяющиеся реагенты зачастую несовместимы друг с другом. Поэтому необходимо рассматривать проблемы добычи, сбора и подготовки нефти в комплексе [1].

С точки зрения логистики и экономики, а также, учитывая требования потребителей, очень важно отделять водную фазу из добываемой нефти как можно раньше. Так, в настоящее время обводненность нефтей месторождения Южно-Торгайского прогиба составляет от 10 до 90 % [2,3]. При этом на всех месторождениях для промышленной подготовки нефти преимущественно используются дорогие деэмульгаторы западного производства. Известно много факторов, позволяющих стимулировать отделение воды от нефти, но на практике ни один из них не позволяет провести достаточно глубокое обезвоживание без применения деэмульгатора. По мере выработки месторождения процесс «старения» эмульсии изменяется, увеличивается обводненность нефти, меняется соотношение поверхности раздела фаз и количества природных стабилизаторов [4].

В этих условиях требуется подбор нового деэмульгатора. Круг химических соединений, используемых в качестве компонентов композиций деэмульгаторов, достаточно широк. Зарубежные производители имеют в своем арсенале до нескольких десятков каждого класса соединений, различающихся молекулярной массой, показателем относительной растворимости и др. В России промышленность на 90% базируется только на блоксополимерах оксидов этилена и пропилена.

К современным деэмульгаторам предъявляются следующие основные требования: они должны обладать максимально высокой деэмульгирующей активностью, быть биологически легко разлагаемы, нетоксичными, дешевыми, доступными; не должны обладать бактерицидной активностью (от которой зависит эффективность биологической очистки сточных вод) и корродировать металлы [5].

Различные группы реагентов-деэмульгаторов имеют не только ряд положительных свойств, но и проявляют различные недостатки. Так, некоторые реагенты обеспечивают отделение чистой воды, но эмульсии разрушаются недостаточно быстро. Другие реагенты способствуют быстрому разрушению эмульсии, но дренажные воды содержат много нефтепродуктов. Многие из реагентов недостаточно эффективно отделяют механические примеси [6]. Поэтому в последние десятилетия стали разрабатываться композиции, в составе

которых находится несколько индивидуальных соединений, в смеси проявляющих синергетический эффект, т.к. именно они могут обеспечить необходимую степень обезвоживания нефти, при котором деэмульгирующая эффективность смеси компонентов оказывается выше действия отдельных компонент. Однако вплоть до настоящего времени основной практикой разработки деэмульгаторов на мировом рынке является эмпирический подбор их состава под водонефтяные эмульсии конкретных месторождений [6].

В результате, согласно экспертным оценкам, средний расход деэмульгаторов по России и Казахстану, как и в середине прошлого века, составляет около 100 г/т [7].

В состав композиции обычно включали поверхностно-активные вещества со свойствами смачивателя, диспергатора, коагулянта. Особенно важна их роль при подготовке парафинистых нефтей, так как известные реагенты малоэффективны при обезвоживании такой продукции нефтяных скважин. Такие композиции, как правило, наряду со свойствами, присущими отдельным компонентам, входящим в их состав, обладают комплексом свойств, являющихся результатом их совместного действия. Этот путь позволяет усилить наиболее важные характеристики реагентов и расширить их функциональное действие.

Деэмульгаторы – поверхностно активные вещества, способные вытеснить с поверхности глобул воды, диспергированной в нефти, бронирующую оболочку, состоящую из полярных компонентов, а также частиц парафина и механических примесей.

Деэмульгаторы делятся на две группы: ионогенные и неионогенные.

Неионогенные поверхностно-активные вещества – высокоэффективные соединения, неспособные к ионизации в растворах и находящиеся в них в молекулярной форме [8].

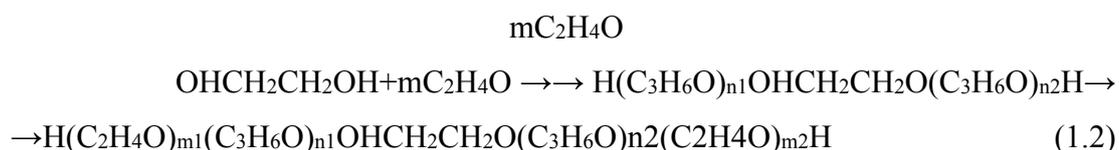
Являются блоксополимерами окисей этилена и пропилена, гидрофильная часть молекулы является сополимером окиси этилена (CH₂OCH₂), а гидрофобная – как правило – сополимером окиси пропилена.

Для получения гидрофобного сополимера используют вещества с молекулярной массой менее 200 и подвижным атомом активного водорода.

Исходными веществами для синтеза блоксополимеров с одной гидрофобной и одной гидрофильной группой служат чаще всего одноатомные спирты [8]:



Блоксополимеры с одной центральной гидрофобной и двумя концевыми гидрофильными группами получают из двухатомных спиртов или фенолов, двух основных кислот [9]:



Процессы оксиэтилирования и оксипропилирования осуществляют в реакторах периодического действия в присутствии катализаторов при 120-135°C. В наиболее общем виде реакция получения неионогенных деэмульгаторов на основе окиси этилена и структурная формула конечного продукта представлена ниже:



Принцип работы деэмульгаторов:

Механизм действия деэмульгаторов сводится к дробящему, пептизирующему и вытесняющему действию веществ, входящих в состав бронирующих оболочек, с поверхности капель и их замене адсорбционным слоем, сформированным из молекул (ионов) ПАВ, не обладающих структурно-механическими свойствами. Деэмульгаторы адсорбируясь на поверхностной части водонефтяных фаз, вытесняют и заменяют поверхностно активные природные эмульгаторы.

Общепринятыми критериями эффективности деэмульгаторов являются [9]:

- максимальное водоотделение за возможно более короткое время, не превышающее время, отводимое реализованной технологической схемой подготовки нефти на данном предприятии;

- низкая начальная температура "срабатывания" деэмульгатора, особенно, если в технологии данного участка нефтесбора и нефтеподготовки на установках предварительного сброса воды (УПСВ) не предусмотрен или затруднен подогрев водонефтяной эмульсии;

- высокая глубина подготовки товарной нефти [9];

- высокое качество воды, направляемой в систему поддержания пластового давления, как по механическим примесям, так и по остаточным нефтепродуктам;

- низкая температура застывания деэмульгатора, обычно не выше минус 45°C;

- отсутствие склонности деэмульгатора к формированию и накапливанию на межфазной границе нежелательных промежуточных слоев, представляющих собой отторгнутые масляной фазой в процессе подготовки нефти асфальтены, механические примеси в виде компонентов породы, продуктов коррозии технологического оборудования и других частиц неорганической природы, выпадающих из сборной водонефтяной эмульсии вследствие несовместимости пластовых вод различных месторождений;

- совместимость деэмульгатора с другими химреагентами, используемыми в процессе нефтедобычи, подготовки и транспорта;

- наличие сопутствующих потребительских свойств: антикоррозионная активность, высокая моющая способность, бактерицидные свойства;

- разумный баланс стоимости деэмульгатора, его оптимальных дозировок и его эффективности, т.е. минимум затрат на подготовку 1 т нефти при соответствии ее качества действующим нормативам [8-9].

В последние годы широкое распространение получил новый подход к эффективному воздействию на процесс разрушения водонефтяных эмульсий. Особенно это касается продукции скважин месторождений на поздней стадии эксплуатации, когда происходят существенные изменения свойств продукции нефтяных скважин при одновременном значительном повышении стойкости водонефтяных эмульсий.

Новый подход к разрушению эмульсий заключается в применении модифицированных промышленных образцов деэмульгаторов поверхностно-активными веществами (ПАВ) и добавками различного направления путем компаундирования новых смесей.

Композиционным деэмульгаторам сообщаются одновременно деэмульгирующие, смачивающие и моющие свойства, необходимые для эффективного разрушения эмульсий на поздней стадии эксплуатации месторождений.

К воде, закачиваемой в пласт, также предъявляют определенные требования: отсутствие больших количеств механических примесей и соединений железа; отсутствие сероводорода, углекислого газа и органических примесей (водоросли, бактерии); химическая инертность к пластовым жидкостям.

К наиболее эффективным деэмульгаторам относятся маслорастворимые, так как в этом случае воздействию деэмульгатора подвержены бранирующие оболочки всех взвешенных в объеме нефти капель воды. Применение эффективных деэмульгаторов позволяет быстро осуществить процесс разрушения бранирующих оболочек на каплях пластовой воды и создать предпосылки для их последующей коалесценции.

Наличие в нефти механических примесей и включение их в состав бранирующих оболочек резко снижает эффективность процесса коалесценции капель при их столкновении в потоке. Поэтому подбираемый деэмульгатор должен обладать такими свойствами, которые обеспечивают возможность перехода частицы внутрь глоблы воды или в состав нефти в результате адсорбции на ней молекул деэмульгатора и проявления при этом индуцированной растворимости.

Большое значение для повышения эффективности разрушения имеет правильный выбор гидродинамического режима ее движения. Режим движения выбирается оптимальный

для каждой стадии процесса разрушения эмульсии разрушение бронирующих оболочек, коалесценция глобул, осаждение укрупнившихся капель, расслоение потока. Результаты процесса подготовки в значительной мере обусловлены продолжительностью обработки эмульсии на каждой стадии.

Литература:

1. Байботаева С.Е., Молдабаева Г.Ж., Надиров К.С. Научно-технические основы методов разрушения водонефтяной эмульсии при подготовке нефти // Вестник Национальной инженерной академии РК. №1(67), 2018, С. 46-51;
2. Магомедшерифов Н.И. Оптимизация процесса подготовки нефти на ДНС-УПСВ/М.Ю. Тарасов, И.В. Столбов // Нефтяное хозяйство. - 2006. - № 12. – С.95-96.
3. Патент РФ № 2316578. Семихина Л.П., Паничева Л.П., Способ повышения эффективности деэмульгаторов водонефтяных эмульсий. 2008.
4. Петров А.А. Реагенты-деэмульгаторы для обезвоживания и обессоливания нефтей. - Куйбышев: Куйбыш. кн. изд. -1985. - 144 с.
5. Тронов В.П. Промысловая подготовка нефти. – Казань: ФЭН, 2000. – 416 с.
6. Учаев А.Я. Разработка композиционных составов на основе ПАВ для разрушения устойчивых водонефтяных эмульсий – Автореферат...канд.техн. наук. – Москва, 2013.
7. Химические реагенты для подготовки нефтей к транспорту: Научно-технологическое развитие нефтегазового комплекса: Доклады Восьмых Международных научных Надировских чтений / Бойко Г.И., Любченко Н.П., Маймаков Т.П., Шайхутдинов Е.М., Оразбекулы Е., Сабдалиева М.К., Игнатович А.В. – Алматы, 2010. - С. 150-155.
8. Химические реагенты для транспорта нефти: Тезисы докладов XIII Междунар. науч.-техн. конференции / Химические реактивы, реагенты и процессы малотоннажной химии. // Дмитриева Т.В., Мастобаев Б.Н., Зорина С.Р.–Тула: ТГУ. – 2000.- 283 с.
9. Шенфельд Н. Поверхностно-активные вещества на основе окиси этилена / Н. Шенфельд. - Пер. с нем. / Под ред. Лебедева Н. Н. Изд. 2-е. - М.: Химия. -1982. - 752 с.