

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ НЕФТИ С ПОСЛЕДУЮЩИМ ПРИМЕНЕНИЕМ ВОДЫ ДЛЯ ЗАКАЧКИ В ПЛАСТ Султанаева А.Р.

*Султанаева Алина Ринатовна – магистрант,
направление подготовки: автоматизация технологических процессов и производств,
кафедра систем автоматизации и управления технологическими процессами,
Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань*

Аннотация: одной из стратегических задач развития нефтедобывающей отрасли РФ является разработка и внедрение в местах добычи и на экспортных терминалах новых технологий, позволяющих с высокой рентабельностью осуществлять процессы обезвоживания с повышением их качества.

Основными проблемами подготовки нефти являются: трудности, связанные с процессами первичной подготовки нефти - деэмульсации (обессоливание, обезвоживание), и отсутствие эффективных методов очистки углеводородной части нефти от гетероатомных соединений (серо-, азот-, металлосодержащих и др.).

Ключевые слова: скважина, пластовые воды, дисперсная система, соль, переработка, катализатор, ЭЛОУ, УПН, эмульсия, глобула, газоконденсат, обезвоживание и обессоливание нефти, диспергирование.

В настоящее время в процессе нефтедобычи спутником нефти является вода (от 1% до 80-90% по массе), которая диспергируется в нефти и при этом получается эмульсия «вода в нефти», где нефть является дисперсионной средой, а вода - дисперсной фазой. Природные эмульгаторы представляют собой асфальтены, смолы и дисперсные механические примеси (частицы песка, глины, металлов, известняка), которые приводят к образованию и стабилизации эмульсий. Пластовая вода содержит механические примеси, а также хлориды натрия, магния и кальция (масло, содержащее только 1% воды, содержит до 2500 мг / дм³ соли), а также гидрокарбонаты и сульфаты в большом количестве [6].

Пластовая вода способна образовывать эмульсии с разной степенью стабильности с нефтью, и со временем происходит старение эмульсии, соответственно повышается стабильность эмульсий. Под процессом старения понимают затвердевание эмульгирующей пленки с течением времени. Процесс старения эмульсии имеет способность протекать быстро или медленно от нескольких часов до 2-5 дней. На начальных стадиях этот процесс достаточно активен, но по мере насыщения поверхностного слоя глобулами эмульгаторы замедляются или даже останавливаются. По истечении определенного времени пленки вокруг глобул делаются достаточно прочными и трудно разрушаемыми [5]. Это считается одной из основных причин того, что добываемую нефть необходимо обезвоживать как можно быстрее, начиная со стадии образования эмульсии, чтобы предотвратить ее старение. Особенно важно проводить обезвоживание нефти на месторождениях.

Вторая, главная причина обезвоживания нефти в районах ее добычи - очень высокая цена на транспортировку балластно-пластовой воды. Транспортировка обезвоженной нефти обходится дорого не только в результате переноса дополнительных объемов добываемой воды, содержащейся в нефти, но и потому, что, по сути, вязкость водонефтяной эмульсии выше, чем у чистой нефти. При увеличении содержания воды в нефти на 1% транспортные расходы увеличиваются в среднем на 3-5% на каждую перекачку [6]. Вместе с водой удаляются хлоридные соли и механические примеси, которые считаются причиной коррозии и загрязнения трубопроводов и аппаратов. При обезвоживании нефти на месторождениях из нее удаляется основная масса воды, солей и механических примесей, а нефтепроводы сдаются с содержанием воды, как правило, не более 1%. Но эта норма не остается постоянной и наблюдается тенденция к ее снижению до 0,5 [6].

Основной целью подготовки нефти является получение нефти, соответствующей российским стандартам, для перекачки по системе магистральных трубопроводов и последующей переработки.

Объекты по добыче, транспортировке и переработке продукции скважин включают технологическое оборудование от устья скважины до ЦСП. Оборудование, необходимое для этого, как правило, включает в себя следующие типы установок:

- кусты скважин,
- выкидные линии,
- узлы ввода реагентов, замерные установки,
- внутривнепромысловые трубопроводы,
- ДНС, УПСВ, МПС (многофазные перекачивающие станции),
- установка подготовки нефти, центральный пункт сбора.

Процесс подготовки нефти включает в себя несколько последовательных этапов [2]:

1. Выделение нефти;

2. Предварительное обезвоживание с доведением остаточной воды в нефти до величины не более 10%;

3. Глубинный дренаж и обессоливание, после которого остаточное содержание воды не более 1,0%;

4. Стабилизация нефти.

Обезвоживание нефти на месторождениях является лишь первым этапом ее подготовки к переработке, так как наличие в нефти воды, хлористых солей и механических примесей в тех количествах, которые остаются в нефти в результате обезвоживания на месторождении негативно влияют на переработку нефти и качество получаемых нефтепродуктов. Более глубокая очистка нефти от пластовой воды, солей и механических примесей осуществляется в процессе опреснения. Для этого обезвоженное масло активно смешивают со свежей водой, а полученную эмульсию разрушают.

Для обессоливания и обезвоживания нефти используются такие процессы, как [4]:

- гравитационный отстой нефти;
- горячий отстой нефти;
- термохимические методы;
- электрообессоливание и электрообезвоживание нефти.

Одним из наиболее распространенных способов обессоливания сырой нефти является растворение солей в пресной воде. Технология этого метода очень проста. Добавляют частично обработанную нефть с высоким содержанием солей в пресной воде. Соль в нефти, растворенная в пресной воде, а затем обезвоживанная удаляется вместе с водой. Если содержание соли в нефти не соответствует стандартам, процесс повторяется и увеличивается количество подаваемой пресной воды.

На разных этапах разработки нефтяных и газовых месторождений присутствие воды в нефти может быть разным: на начальном этапе почти чистая нефть может быть извлечена, со временем количество воды в экстрагированной нефти постепенно увеличивается, а на конечном этапе развития месторождения может достигать 90% и более. Когда пластовая вода и нефть перемещаются вдоль ствола скважины и нефтепроводов они смешиваются вместе и в результате смешивания происходит дробление.

Процесс дробления одной жидкости в другую называется дисперсией. В результате диспергирования одной жидкости в другие образуется эмульсия. На теоретическом уровне водно-нефтяная смесь является неустойчивой системой, тяготеющей к образованию минимальной поверхности фазового разделения, т.е. к расслоению. Из-за наличия адсорбционных слоев на поверхности дисперсных частиц образуются стабильные эмульсии. Адсорбционные слои обладают значительной механической прочностью и предотвращают слияние частиц и фазовое разделение эмульсии. На свойства фазового интерфейса оказывают сильное влияние растворенные и диспергированные вещества в воде коллектора, а также температура среды.

Процесс разложения эмульсии включает в себя: первый этап - столкновение дисперсных частиц; второй этап - слияние их с большими глобулами; третья стадия - осаждение крупных частиц и образование твердых отдельных слоев нефти и воды [8].

Самая простая и распространённая технология - процесс гравитационного осадка. В этом случае заполненные нефтью резервуары хранятся в течение определенного времени (48 часов и более). Во время пребывания нефти капли воды коагулируют, а более тяжелые и большие капли воды под действием гравитационных сил оседают на дно в виде донной воды. Однако всасывается под действием силы тяжести холодной нефти - неэффективный и непрактичный метод обезвоживания нефти, вследствие чего используется отстой, горячая нефть, когда при предварительном нагреве нефти до температуры 40-80°C значительно облегчается процесс расширения капель воды и ускорение обезвоживания нефти в гравитационном осадке. Недостатком методов обезвоживания является их низкая эффективность. Кроме того, эмульсии «нефть-вода» считаются очень устойчивыми и в большинстве случаев не расслаиваются под воздействием силы тяжести. Наиболее эффективные термохимические и химические методы, а также электрообезвоживание и обессоливание.

На установках электроосаждения (ЭЛОУ) процесс проводят с небольшим количеством отработанной нефти в аппарате и где для достижения высокой степени опреснения требуется обеспечение большой глубины обезвоживания нефти, сочетают термохимический метод с электрическим, объединяющим четыре фактора влияния на эмульсию: нагрев, подающий деэмульгатор, электрическое поле и отстой в гравитационном поле [4].

При химических методах в обезвоженную нефть добавляют деэмульгаторы. В качестве деэмульгаторов применяют поверхностно активные вещества. Деэмульгаторы добавляют к нефти в малых дозах от 5-10 до 50-70 г на одну тонну нефти. Самые лучшие результаты показывают неионогенные поверхностно активные вещества, которые в нефти не распадаются на катионы и анионы. Это такие вещества, как дипроксилыны, сепаролы, дисолваны, и др. Деэмульгаторы адсорбируются на поверхности раздела фаз «нефть-вода» и вытесняют или заменяют менее поверхностно-активные природные эмульгаторы, присутствующие в эмульсии. Пленка, образующаяся на поверхности капель воды, непрочная, что влияет на слияние мелких капель в большие, то есть процесс коалесценции [8].

Скорость и эффективность химического обезвоживания существенно возрастает за счет подогрева нефти, т.е. при термохимических способах, за счет снижения вязкости нефти при нагреве и облегчения процесса коалесценции капель воды [8]. Наиболее низкое остаточное содержание воды достигается при применении электрических способов обезвоживания и обессоливания. Электрообезвоживание и электрообессоливание нефти связаны с пропуском нефти через аппараты - электродегидраторы, где нефть протекает между создающими электрическое поле электродами, высокого напряжения (30-40 кВ). Для того что бы увеличить скорость электрообезвоживания нефть сначала подогревают до температуры 40-80°С. [4].

На завершающей стадии эксплуатации нефтяных месторождений особенно большое количество воды отделяют от нефти, когда содержание воды в нефти может достигать до 90%, то есть с каждым кубическим метром нефти извлекается 5 м³ воды. Отделенная от нефти, пластовая вода содержит капли нефти механические примеси, гидраты закиси и окиси железа и большое содержание хлористых солей. Механические примеси забивают поры в продуктивных пластах и препятствуют проникновению воды в капиллярные каналы пластов а, следовательно, приводят к нарушению контакта «вода-нефть» в пласте и снижению эффективности ППД. Этому же способствуют и гидраты окиси железа, выпадающие в осадок. Хлористые соли, присутствующие в воде, способствуют коррозии оборудования и трубопроводов. Поэтому сточные воды, отделенные от нефти на установке комплексной подготовки нефти, необходимо очистить от капель нефти, механических примесей, гидратов окиси железа и солей, и только после очистки закачивать в продуктивные пласты.

Допустимое содержание в закачиваемой воде механических примесей, нефти, соединений железа устанавливается специально для каждого нефтяного месторождения. Для очистки сточных вод, используется закрытая (герметичная) система очистки. В герметичной системе обычно используются три метода: седиментация, фильтрация и флотация [4].

Метод отстоя основан на гравитационном разделении твердых частиц механических примесей, капель воды и нефти. Процесс гравитационного шлама осуществляется в вертикальных резервуарах-отстойниках.

Метод фильтрации заключается в прохождении грязные пластовой воды через фильтр гидрофобный слой, например через гранулы полиэтилена. Гранулы полиэтилена «захватывают» частицы механических примесей и капель нефти и свободно пропускают воду.

Метод флотации основан на одноименном явлении, когда пузырьки газа или воздуха, проходя через слой загрязненной воды снизу вверх, оседают на поверхности твердых частиц, капель нефти и способствуют их вытеснению на поверхность. Очистка сточных вод осуществляется на очистных сооружениях типа УОВ-750, УОВ-1500, УОВ-3000 и УОВ-10000, производительностью 750, 1500, 3000 и 10000 м³ / сут соответственно. Каждая такая установка состоит из четырех блоков: отстойника, флотации, разделения и насосной установки.

Таким образом, в обзоре литературы рассмотрены основные процессы обезвоживания нефти с последующим применением воды для закачки в пласт.

Список литературы

1. ГОСТ Р 51858-2002. Нефть. Общие технические условия. М.: Издательство стандартов, 2002. 8 с.
2. *Ахмади Соруш*. Моделирование электрообессоливающей установки для подготовки тяжелых нефтей / Ахмади Соруш, Ф.М. Хуторянский, Солтани Бехназ // Технологии нефти и газа, 2017. № 1. С. 3-9.
3. *Дунюшкина Е.И.* Рекомендации по оптимизации технологии обессоливания нефти/ Е.И. Дунюшкина // Нефтепереработка и нефтехимия, 2002. № 6. С. 23-27.
4. *Залищевский Г.Д.* Совершенствование технологии подготовки нефти и оборудования блоков ЭЛОУ/ Г.Д. Залищевский, В.П. Гошкин, Ф.М. Хуторянский// Нефтепереработка и нефтехимия, 2001. № 3. С. 29-31.
5. *Левченко Д.Н.* О состоянии обессоливания нефтей на нефтеперерабатывающих предприятиях и требования к качеству нефтей, поступающих с месторождений/ Д.Н. Левченко, Н.В. Бергштейн, Ф.М. Хуторянский, И.Б. Кессель// Нефтепереработка и нефтехимия, 1980. № 8. С. 3-4.
6. *Пелевин Л.А.* О классификации и оценке эффективности методов подготовки нефти/ Л.А. Пелевин, Г.Н. Позднышев, Р.И. Мансуров // Нефтяное хозяйство, 1975. № 3. С. 40.
7. *Халикова Д.А.* Обзор перспективных технологий переработки тяжелых высоковязких нефтей и природных битумов / Д.А. Халикова, С.М. Петров, Н.Ю. Башкирцева// Вестник казанского технологического университета, 2013. № 3. С. 217-221.
8. *Хуторянский Ф.М.* Избранные труды 1977-2011 г.г. Разработка и внедрение эффективности технологий подготовки нефти к переработке на электрообессоливающих установках (ЭЛОУ). Химико-технологическая защита от коррозии конденсационно-холодильного оборудования АТ(АВТ) НПЗ/ Ф.М. Хуторянский. Уфа: ГУП ИНХП РБ, 2013. 672 с.