**Тема 5. Подготовка нефти.**

**Вопрос 5.1: Понятие о нефтяных эмульсиях, их виды.**

Нефтяные эмульсии - это механическая смесь нефти и пластовой воды, нерастворимых друг в дру­ге и находящихся в мелкодисперсном состоянии.

В нефтяных эмульсиях принято различать две фазы - внутреннюю и внешнюю. Внутренняя называ­ется дисперсной фазой и она разобщена (рис. 28, 2), а внешняя (рис. 28, 1) называется дисперсионной средой, представляющей собой сплошную неразрывную фазу.

**Рис. 28 Дисперсные системы (эмульсии).**

****

Нефтяные эмульсии делятся на два больших класса: 1) эмульсии первого рода или прямые, когда капельки нефти, являющиеся дисперсной фазой, равномерно или неравномерно размещены в воде, - дис­персионной среде. Такие эмульсии называются "нефть в воде" и условно обозначаются Н/В (рис. 27, а);

2) эмульсии второго рода или обратные, когда капельки воды - дисперсная фаза, равномерно или неравно­мерно размещены в нефти, являющейся дисперсионной средой. Такие эмульсии называются "вода в нефти" и условно обозначаются В/Н (рис. 28, б).

Тип эмульсии легко устанавливается определением свойств ее дисперсионной среды. В эмульсиях Н/В внешней фазой является вода, и поэтому они смешиваются с водой в любых соотношениях и облада­ют высокой электропроводностью, в то время как эмульсии В/Н смешиваются только с углеводородной жидкостью и не обладают заметной электропроводностью. Установлено, что тип образующейся эмульсии в основном зависит от соотношения объемов нефти и воды; дисперсионной средой (внешней) обычно стре­мится стать та жидкость, объем которой больше.

**Вопрос 5.2: Классификация нефтяных эмульсий.**

Нефтяные эмульсии классифицируют по концентрации дисперсной фазы в дисперсионной среде, и подразделяются на три типа: разбавленные, концентрированные и высококонцентрированные.

К разбавленным эмульсиям относят системы жидкость-жидкость, объемная доля дисперсной фазы в которых составляет до 20 %, к концентрированным эмульсиям до 74 %, к высококонцентрированным -свыше 74 %.

Особенности разбавленных эмульсий: незначительный диаметр капелек дисперсной фазы (10'5 см);

существование электрических зарядов на капельках этих эмульсий, движущихся в дисперсионной среде; от­сутствие столкновений капелек, так как вероятность их столкновения очень мала, к тому же они имеют одноименные заряды, и поэтому эмульсии эти весьма стойкие.

Особенности концентрированных эмульсий: возможность осаждения капелек, большая устойчивость эмульсии. Особенности высококонцентрированных эмульсий: отсутствие осаждения капелек дисперсной фа­зы, возможность деформации капелек дисперсной фазы в процессе движения вследствие большой концен­трации. Такие эмульсии являются нестойкими.

Размеры капелек дисперсной фазы в эмульсиях могут быть самыми разнообразными и колебаться в пределах от 0,1 до 100 мкм. Дисперсные системы, состоящие из капелек одного и того же диаметра, на­зываются монодисперсными, а дисперсные системы, состоящие из капелек различного диаметра, - полидис­персными. Нефтяные эмульсии относятся к полидисперсным системам.

**Вопрос 5.3: Образование нефтяных эмульсий.**

Нефтяные эмульсии в пластовых условиях отсутствуют. На образование эмульсий требуются боль­шие затраты энергии, поэтому они могут образовываться в призабойной зоне скважины или в стволе сква­жины, особенно там, где бурно выделяется газовая фаза, способствующая турбулизации потока.

Образование и стойкость нефтяных эмульсий в основном определяются скоростью движения нефте-водяной смеси, соотношением фаз (нефти и воды), физико-химическими свойствами этих фаз и темпера­турным режимом.

Интенсивно образуются эмульсии при эксплуатации скважин ЭЦН, но вследствие выделения тепло­ты электродвигателями этих насосов, эти эмульсии нестойкие. За пределами насосов стойкость эмульсии повышается в связи с падением температуры потока и выделением газа из нефти.

Особенно стойкие эмульсии образуются при прохождении нефтеводяной смеси через штуцеры уста­навливаемые на устье. Здесь происходит дробление воды в нефти и понижение температуры. В системе сбора продукции стойкость эмульсии повышается за счет большой турбулизации потока и падения темпе­ратуры. В нефти и пластовой воде всегда содержатся вещества, которые способствуют образованию эмуль­сий, влияют на их стойкость, они называются естественными эмульгаторами. В нефти это асфальтены, нафтены, смолы, парафин; в воде - соли и кислоты.

**Вопрос 5.4: Физико-химические свойства нефтяных эмульсий.**

Нефтяные эмульсии характеризуются следующими основными физико-химическими свойствами:

1) Дисперсность эмульсии. Дисперсность эмульсии - это степень раздробленности дисперсной фазы в дисперсной среде. Дисперсность - основная характеристика эмульсии, определяющей их свойства. Разме­ры капелек дисперсной фазы в нефтяных эмульсиях изменяются от 0,1 до 100 мкм. Мелкодисперсные эмульсии более устойчивы от разрушения, чем грубодисперсные.

2) Вязкость эмульсии. Вязкость в зависимости от содержания воды может изменяться в широких пределах. Вязкость эмульсий зависит от вязкости самой нефти, температуры, при которой получается эмульсия, количества воды, содержащейся в нефти, степени дисперсности, присутствия механических при­месей (особенно сульфида железа FeS) и рН воды. При определенном содержании воды в нефти происхо­дит обращение фаз В/Н в Н/В или инверсия эмульсии.

3) Плотность эмульсии. Плотность эмульсии можно рассчитать, зная плотности нефти и воды, об­разующих эмульсию, и их процентное содержание по следующей формуле:



где G, и G„ - соответственно объемные расходы воды и нефти, м^с; p,„, pi, и рц - соответственно плотность эмульсии, нефти и воды, кг/м'.

Если известна плотность пластовой воды, плотность добываемой нефти и плотность образованной эмульсии, то обводненность нефти В (%) можно определить по следующей формуле:



4) Электрические свойства эмульсий, Нефть и вода в чистом виде - хорошие диэлектрики. Однако даже при незначительном содержании в воде растворенных солей или кислот электропроводимость ее уве­личивается в десятки раз. Поэтому электропроводимость нефтяной эмульсии обусловливается не только ко­личеством содержащейся воды и степенью ее дисперсности, но и количеством растворенных в этой воде солей и кислот. В нефтяных эмульсиях, помещенных в электрическом поле, капельки воды располагаются вдоль его силовых линий, что приводит к резкому увеличению электропроводимости этих эмульсий.

Свойство капелек воды располагаться в эмульсиях вдоль силовых линий электрического поля и по­служило основной причиной использования этого метода для разрушения нефтяных эмульсий.

Вопрос 5.5: Устойчивость нефтяных эмульсий.

Самым важным показателем для нефтяных эмульсий является их устойчивость (стабильность), т.е. способность в течение определенного времени не разрушаться и hs разделяться на нефть и воду.

Устойчивость эмульсии определяется временем ее существования и выражается формулой т = H/v, где Н - высота столба эмульсии, см: v - средняя линейная скорость расслоения эмульсии, см/с.

Мерой устойчивости эмульсии может служить изменение ее плотности за определенный промежу­ток времени в определенном слое или количество выделившейся воды при отстое.

На устойчивость нефтяных эмульсий большое влияние указывают: дисперсность системы; физико-химические свойства эмульгаторов, образующих на поверхности раздела фаз адсорбционные защитные обо­лочки; наличие на глобулах дисперсной фазы двойного электрического заряда; температура смешивающихся жидкостей; величина рН эмульгированной пластовой воды.

По дисперсности нефтяные эмульсии подразделяются на мелкодисперсные с размером капель воды от 0,2 до 20 мк; средней дисперсности с водяными капельками размером от 20 до 50 мк; грубодисперсные - с каплями воды размером от 50 до 300 мк, В нефтяных эмульсиях практически содержатся водяные кап­ли, соответствующие всем трем видам. Такие эмульсии называются полидисперсными. Чем выше дисперс­ность эмульсии, тем она устойчивее.

На устойчивость эмульсий большое влияние оказывают стабилизирующие вещества, называемые эмульгаторами или естественными ПАВ, образующими на поверхности капель защитные оболочки, которые | препятствуют слиянию этих капель.

Устойчивость эмульсий в большой степени зависит также от электрического заряда на поверхности ! частиц. Образующийся двойной электрический слой защищает частицы эмульсии от слипания. Чем выше значение электрического заряда, тем они устойчивее.

При повышении температуры устойчивость эмульсии понижается, так как прочность оболочек сни­жается, в результате капли сливаются и эмульсия разрушается.

Величина рН пластовой воды сказывается на упругих свойствах поверхностных слоев. С увеличе­нием рН эмульсии разлагаются быстрее. Увеличение рН достигается введением в эмульсию щелочи.

Эмульсия типа В/Н со временем становится более устойчивой, т. е. происходит ее "старение". В начальный период "старение" происходит весьма интенсивно, затем постепенно замедляется и часто уже через сутки прекращается. Поэтому свежие эмульсии разрушаются значительно легче и быстрее.

**Вопрос 5.6: Основные требования к качеству подготовки нефти.**

Подготовка нефти на промыслах заключается в отделении от нефти пластовой воды, механических примесей и солей, а также легких газообразных углеводородов. Отделение от нефти легких газообразных углеводородов стабилизирует нефть и снижает ее испаряемость. От качества подготовки нефти зависят эф­фективность и надежность магистрального транспорта нефти, качество полученных из нее продуктов. По­вышенное содержание в товарной нефти воды, хлористых солей и механических примесей способствует бо­лее интенсивному коррозионному износу трубопроводов, оборудования перекачивающих станций и аппара­тов нефтеперерабатывающих заводов, снижает пропускную способность трубопроводов.

В зависимости от содержания в товарных нефтях воды, хлористых солей и механических примесей они разделены на три группы (таблица 5).

Таблица 5.

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели | Номер группы. |
|  | I | II | III |
| Содержание воды, %, не более | 0,5 | 1 | 1 |
| Содержание хлористых солей, мг/л, не более | 100 | 300 | 1800 |
| Содержание механических примесей, %, не |  |  |  |
| более | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Давление насыщенных паров в пункте сдачи |  |  |  |
| нефти, КПа. не более | 66,66 | 66,66 | 66.66 |

**Вопрос 5.7: Методы разрушения эмульсий.**

Существует несколько способов разрушения нефтяных эмульсий: 1) внутритрубная деэмульсация;

2) гравитационный отстой; 3) центрифугирование; 4) фильтрация; 5) термохимическое воздействие; 6) элек­тродегидрирование; 7) сочетание перечисленных способов.

Для легких и средних нефтей самые эффективные первый и пятый способы, а для тяжелых нефтей - шестой и седьмой способы.

Разрушение нефтяных эмульсий, осуществляемое в промысловых условиях, преследует две цели:

1) отделение от нефти воды и вывод воды из системы транспорта в пределах месторождения; 2) обессоли-вание нефти, способствующее продлению жизни трубопроводов и оборудования за счет снижения коррозии.

На перечисленных методах разрушения эмульсии остановимся в последующих вопросах.

**Вопрос 5.8: Внутритрубная деэмульсация.**

Разрушение нефтяной эмульсии происходит в трубах на пути движения по стволу скважины, вы­кидной линии и сборному коллектору вплоть до установок подготовки нефти.

Принцип внутритрубной деэмульсации очень прост и состоит в следующем. В межтрубное про­странство эксплуатационных скважин или в начало сборного коллектора дозировочным насосом (15-20 г на 1 т нефтяной эмульсии) подается деэмульгатор, который сильно перемешивается с этой эмульсией в про­цессе ее движения до УПН и разрушает ее.

Применение внутритрубной деэмульсации стало возможным при появлении эффективных деэмульга-торов, что увеличило производительность УПН и качество подготавливаемой нефти.

Эффективность внутритрубной деэмульсации зависит от многих факторов, основными из которых являются: эффективность самого деэмульгатора, интенсивность и длительность перемешивания эмульсии с ПАВ, количество воды, содержащейся в эмульсии, и температура смешения. Чем больше эффективность ПАВ, длительность перемешивания, количество воды и температура эмульсии, тем интенсивнее происходит внутритрубная деэмульсация. Однако эффективность внутритрубной деэмульсации падает при увеличении содержания в нефти асфальтенов, а также плотности и вязкости этой нефти. Внутритрубная деэмульсация позволяет организовать предварительный сброс воды, который целесообразен при содержании воды в про­дукции скважин более 30 %.

**Вопрос 5.9: Гравитационный отстой и центрифугирование.**

Гравитационный отстой происходит за счет разности плотностей пластовой воды (1010-1200 кг/м3) и нефти (790-950 кг/м3) в герметизированных отстойниках и сырьевых резервуарах. Гравитационный отстойт может применяться также без нагрева эмульсии, когда нефть и вода не подвергаются сильному перемеши­ванию, в нефти практически отсутствуют эмульгаторы и обводненность нефти достигает порядка 60 %. По­сле внутритрубной деэмульсации расслоение эмульсии в резервуарах без подогрева происходит в течении 2-3 ч. содержание остаточной воды в нефти при холодном отстое составляет более 1-2%. Эмульсия должна подаваться в резервуары равномерно по всей площади через распределительное устройство, которое нахо­дится под уровнем пластовой воды, что увеличивает поверхность эмульсии, контактирующей с водяной по­душкой, и интенсифицирует процесс расслоения эмульсии.

Сущность центрифугирования заключается в следующем. Нефтяная эмульсия подается в центрифугу, в которой размещается направляющий аппарат, придающий ей определенное направление движения. Благо­даря центробежной силе вода, как более тяжелая, сосредотачивается вокруг стенок аппарата и стекает вниз, Обезвоженная нефть отводится из аппарата по центральной трубе. Этот способ ввиду большой стоимости, сложности и очень низкой производительности практически не применяется.

**Вопрос 5.10: Фильтрация.**

Нестойкие эмульсии иногда успешно расслаиваются при пропускании их через фильтрующий слой, которым должен быть гравий, битое стекло, древесные и металлические стружки, стекловата и другие ма­териалы. Фильтрующее вещество должно отвечать следующим требованиям: 1) иметь плотность и упру­гость, достаточные для того, чтобы глобулы воды при прохождении растягивались и разрушались; 2) хо­рошую смачиваемость, благодаря чему происходит изменение скорости движения эмульсии и разрыв оболо­чек глобул воды; 3) иметь противоположный по знаку заряд, чем у глобул воды, тогда происходит снятие заряда с глобул воды, чем устраняется отталкивающая сила между ними.

Размеры фильтров, имеющих вид колонн, зависят от объема прокачиваемой эмульсии, ее вязкости и скорости движения. Нефтяная эмульсия вводится в колонну снизу и проходит через фильтр, где вода удерживается и сбрасывается через низ колонны, а нефть свободно проходит и отводится через верх.

Деэмульсация нефтей фильтрацией как самостоятельный процесс почти не применяется, однако в сочетании с термохимическими методами она сейчас широко распространена.