

ЛЕКЦИЯ 7 Подготовка нефти к транспортировке

Цель занятия:

1. Методы подготовки нефти к транспортированию.

Лектор: PhD, ст. преп. каф. «ТТиЛС»
Сулеев Б.Д.

Пластовые воды, поступающие из скважин различных месторождений, могут значительно отличаться по составу и концентрации растворенных в них минеральных солей, содержанию газа и наличию микроорганизмов. При извлечении смеси нефти с пластовой водой образуется эмульсия, которую следует рассматривать как механическую смесь двух нерастворимых жидкостей (нефти и воды), одна из которых распределяется в объеме другой в виде капель различных размеров.

Наличие воды в нефти приводит к удорожанию транспорта в связи с возрастающими объемами транспортируемой жидкости и увеличением ее вязкости. Присутствие в нефти даже 0,1 % воды приводит к интенсивному ее вспениванию в ректификационных колоннах нефтеперерабатывающих заводов, что нарушает технологические режимы переработки и, кроме того, загрязняет конденсационную аппаратуру.

Легкие фракции нефти (углеводородные газы от этана до пентана) являются пенным сырьем, из которого получают такие продукты, как спирты, синтетический каучук, растворители, жидкие моторные топлива, удобрения, искусственное волокно и другие продукты органического синтеза, широко применяемые в промышленности. Поэтому необходимо стремиться не только к снижению потерь легких фракций из нефти, но и к сохранению всех углеводородов, извлекаемых из нефтеносного горизонта, для последующей их переработки.

Наличие в нефти механических примесей (частиц песка и глины) вызывает абразивный износ трубопроводов, нефтеперекачивающего оборудования, затрудняет переработку нефти, повышает зольность мазутов и гудронов, образует отложения в холодильниках, печах и теплообменниках, что приводит к уменьшению коэффициента теплопередачи и быстрому выходу их из строя.

Механические примеси способствуют образованию трудноразделимых эмульсий. Наличие минеральных соли в виде кристаллов в нефти и раствора в воде вызывает усиленную коррозию металла как нефтеперерабатывающего, так и нефтеперекачивающего оборудования, и трубопроводов, увеличивает устойчивость эмульсий, затрудняет переработку нефти.

При соответствующих условиях часть хлористого магния и хлористого кальция, находящихся в пластовой воде, гидролизуются с образованием соляной кислоты. В результате разложения сернистых соединений при переработке нефти образуется сероводород, который в присутствии воды вызывает усиленную коррозию металла. Хлористый водород, растворенный в воде также разъедает металл. Особенно интенсивно идет коррозия при наличии в воде сероводорода и соляной кислоты.

Прежде всего нефть нужно освободить от механических примесей, если в этом есть необходимость. Далее в общем виде процедура очистки выглядит следующим образом.

Исходная нефтяная жидкость проходит сепарацию, в процессе которой отделяется вода. Вода затем дополнительно очищается от следов нефти и удаляется. Из освобожденной от воды нефти выделяются растворенные в ней газы, которые дальше обрабатываются отдельно. И затем производится обессоливание нефти рисунок 1.



Для проведения сепарации используются специальные устройства, различающиеся принципом действия, например, они могут быть центробежными или гравитационными.

Механическое обезвоживание нефти.

Основная разновидность приемов обезвоживания нефти — гравитационное отстаивание. Применяют два вида режимов отстаивания

- периодический;

- непрерывный, которые соответственно осуществляются в отстойниках периодического и непрерывного действия.

В качестве отстойников периодического действия обычно применяют цилиндрические отстойники — резервуары.

Сырая нефть, подвергаемая обезвоживанию, вводится в резервуар при помощи распределительного трубопровода (маточника). После заполнения резервуара вода осаждается и скапливается в нижней части, а нефть собирается в верхней части резервуара. Отстаивание осуществляется при спокойном (неподвижном) состоянии обрабатываемой нефти.

По окончании процесса обезвоживания нефть и вода отбираются из отстойного резервуара. Положительные результаты работы отстойного резервуара достигаются только в случае содержания воды в нефти в свободном состоянии или в состоянии крупнодисперсной нестабилизированной эмульсии.

Различают горизонтальные и вертикальные отстойники непрерывного действия (рисунок 1.2). Горизонтальные отстойники подразделяются на продольные и радиальные. Продольные горизонтальные отстойники в зависимости от формы поперечного сечения могут быть прямоугольные и круглые. В гравитационных отстойниках непрерывного действия отстаивание осуществляется при непрерывном потоке обрабатываемой жидкости

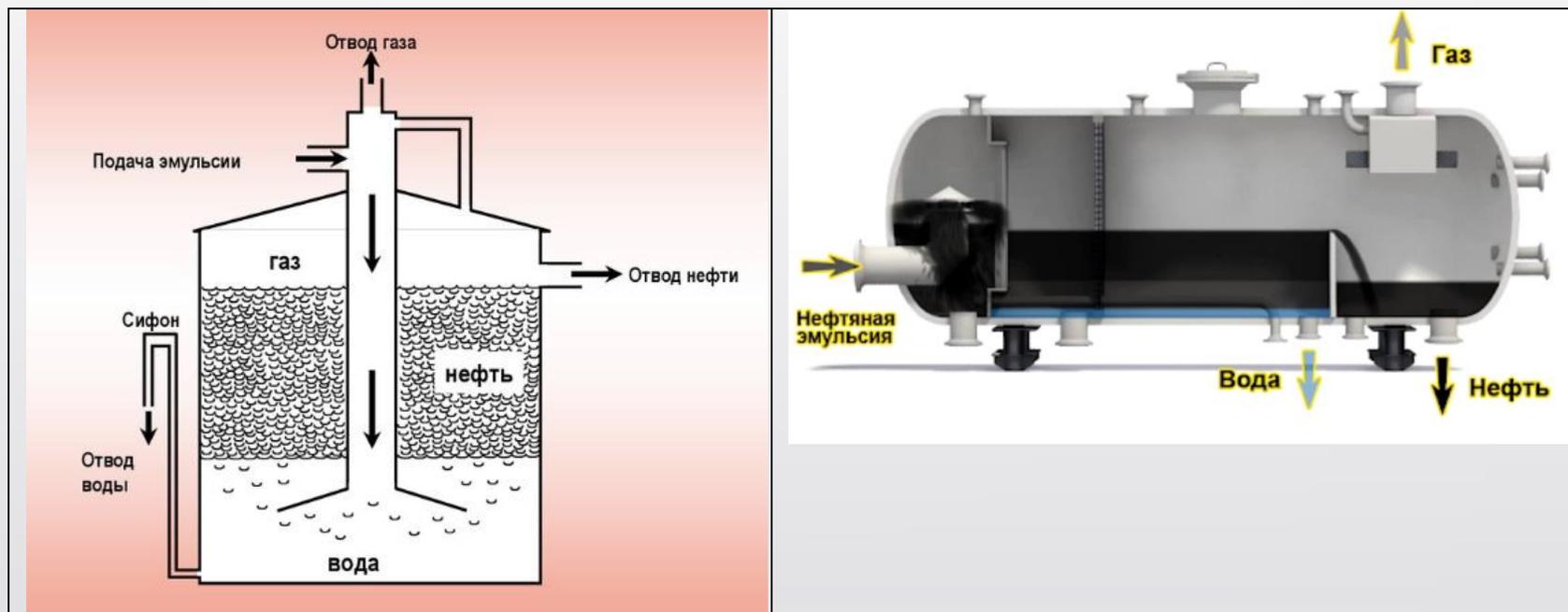


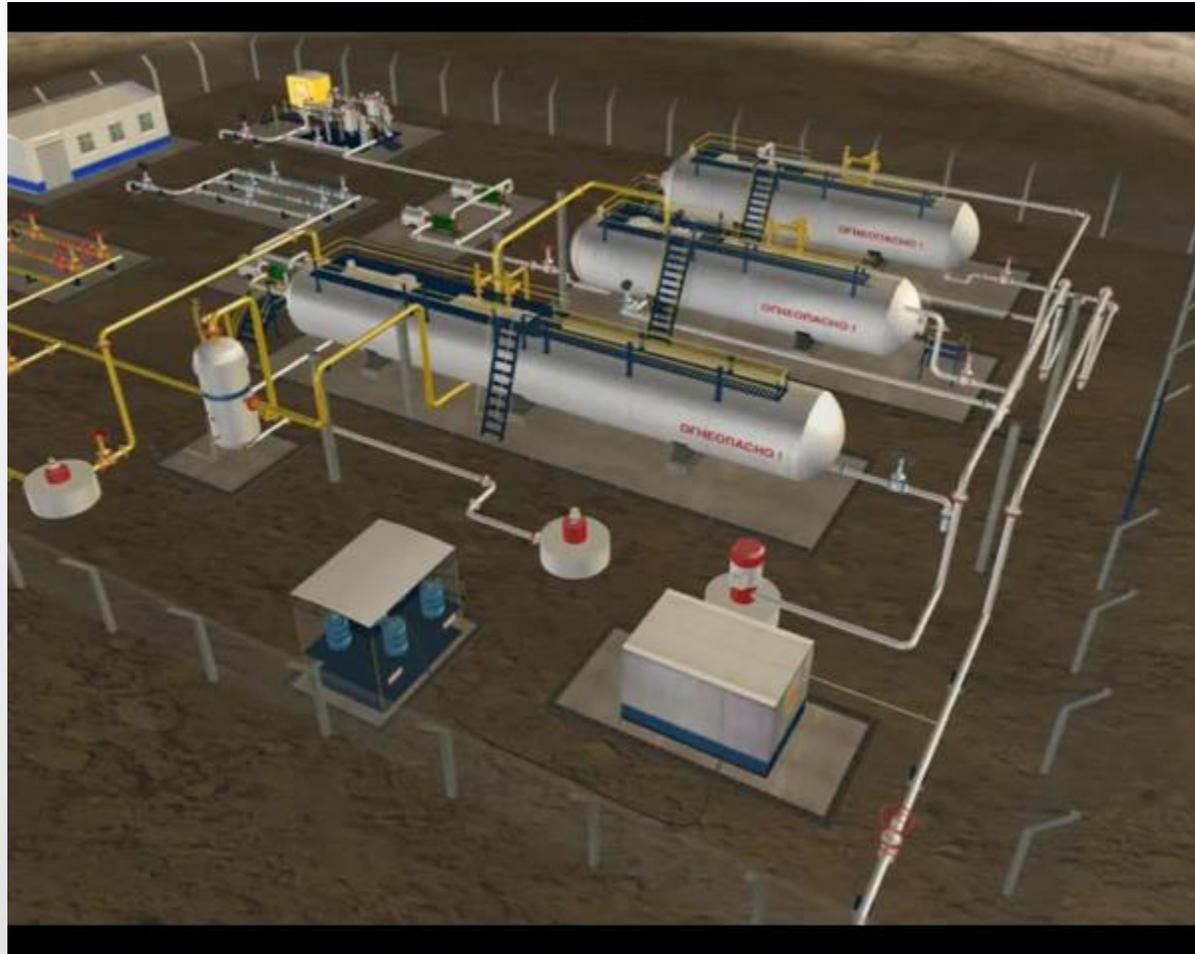
Рисунок 1.2 – вертикальный и горизонтальный отстойник нефти.

Принцип работы вертикального отстойника. Вода со стоков поступает в него через верхнюю часть конструкции и движется вниз по центральной вертикальной трубе к находящемуся там раструбу. Под трубой находится щит, который отражает и меняет траекторию движущейся воды с нисходящей на восходящую. В этот же момент в отстойной части в осадок очень интенсивно выпадают диспергированные частицы. Поток воды, который движется вверх перемещается через кромку для переливания воды и попадает в периферийный лоток, где собирается осветленная и очищенная вода. Осадок с помощью илопровода периодически очищается из отстойной части.

Перегородка, находящаяся перед гребнями, противостоит загрязнению отбросами, которые часто всплывают в первичном отстойнике наверх. После этого загрязнения убирают вручную, используя скребок или совок и выкидывают в колодец, который находится вне конструкции устройства.

Принцип работы горизонтального отстойника. Нефтяная эмульсия входит в цилиндрический корпус через входной штуцер. Далее на нее влияет гравитация и она разделяется на составляющие в процессе преодоления перегородок. Более легкий продукт преодолевает кромку, а вода остается. Она дополнительно отстаивается в отсеках, а механические примеси прилипают к перегородкам.

Вода через штуцер выходит в специальную емкость, а примеси остаются на дне и потом удаляются, газ поднимается и выходит через отверстие. При опускании воды оставшиеся частички зацепляются за перегородку и потом присоединяются к общему потоку нефти. Когда горизонтальный отстойник заполняется, очищенный продукт попадает в отсек, предназначенный для нефти, и выкачивается оттуда выходным штуцером.





Термическое обезвоживание нефти. Одним из основных современных приемов обезвоживания нефти является термическая, или тепловая, обработка, которая заключается в том, что нефть перед отстаиванием нагревают. Вязкость вещества бронирующего слоя на поверхности частицы воды при повышении температуры уменьшается и прочность оболочки снижается, что облегчает слияние глобул воды. Кроме того, снижение вязкости нефти при нагреве увеличивает скорость оседания частиц при отстаивании.

Термическая обработка нефти редко осуществляется только для отстаивания, чаще такая обработка применяется как составной элемент более сложных комплексных методов обезвоживания нефти, например в составе термохимического обезвоживания (в сочетании с химическими реагентами и отстаиванием), в комплексе с электрической обработкой и в некоторых других комбинированных методах обезвоживания.

Нагревание нефти осуществляется в специальных нагревательных установках (рисунок 1.3), которые располагают в технологической линии обезвоживания нефти после отделения (сепарации) из нефти газов, но ранее ввода нефти в отстойник. Температура нагревания устанавливается с учетом особенностей водонефтяных эмульсий и элементов принятой системы обезвоживания



Выбор температуры определяется свойствами сырой нефти: для маловязких легких во избежании кипения самой нефти применяют более низкие температуры, а для тяжелых углеводородов - более высокие. Оптимальной температурой обессоливания следует считать от 100 до 120 °С. Температуры от 120 °С до 140 °С - для тяжелых, вязких углеводородов.



Химическое обезвоживание нефти. В нефтяной промышленности весьма широко применяют химические методы обезвоживания нефти, основанные на разрушении эмульсий при помощи химических реагентов. Эффективность химического обезвоживания нефти в значительной степени зависит от типа применяемого реагента. Выбор эффективного реагента, в свою очередь, зависит от вида водонефтяной эмульсии и свойств нефти, подвергаемой обезвоживанию. Выбор реагентов-деэмульгаторов в каждом конкретном случае производится на основе специальных лабораторных и промысловых исследований

Фильтрация. Для деэмульсации нестойких эмульсий применяют метод фильтрации, основанный на явлении селективной смачиваемости веществ различными жидкостями. Материалом фильтрующего слоя могут служить обезвоженный песок, гравий, битое стекло, стекловата, древесная стружка из осины, клена, тополя и других несмолистых пород древесины, а также металлическая стружка. Особенно часто применяют стекловату, которая хорошо смачивается водой и не смачивается нефтью. Фильтры из стекловаты долговечны. Фильтрующие вещества должны обладать следующими основными свойствами: хорошо смачиваться водой, благодаря чему глобулы воды прилипают к поверхности фильтрующего вещества, коагулируют и стекают вниз; иметь высокую прочность, которая обеспечивает длительную работу фильтра; иметь противоположный, чем у глобул, электрический заряд. Тогда при прохождении глобулами воды фильтра электрический заряд с поверхности капли снимается, чем снижаются отталкивающие силы между ними. Капли укрупняются и стекают вниз, а нефть свободно проходит через фильтр.

Теплохимическое дезэмульгирование. Теплохимические процессы снижают прочность бронирующих оболочек или полностью их разрушают, что ускоряет и удешевляет разделение нефтяной эмульсии. В настоящее время более 80 % всей обводненной нефти проходит обработку на теплохимических установках. Такое широкое применение этот метод получил благодаря возможности обрабатывать нефти с различным содержанием воды без замены оборудования и аппаратуры, простоте установки, возможности менять дезэмульгатор в зависимости от свойств поступающей эмульсии без замены оборудования. Однако теплохимический метод имеет ряд недостатков, например большие затраты на дезэмульгаторы и повышенный расход тепла. На практике обессоливание и обезвоживание ведутся при температуре 50—100 °С.

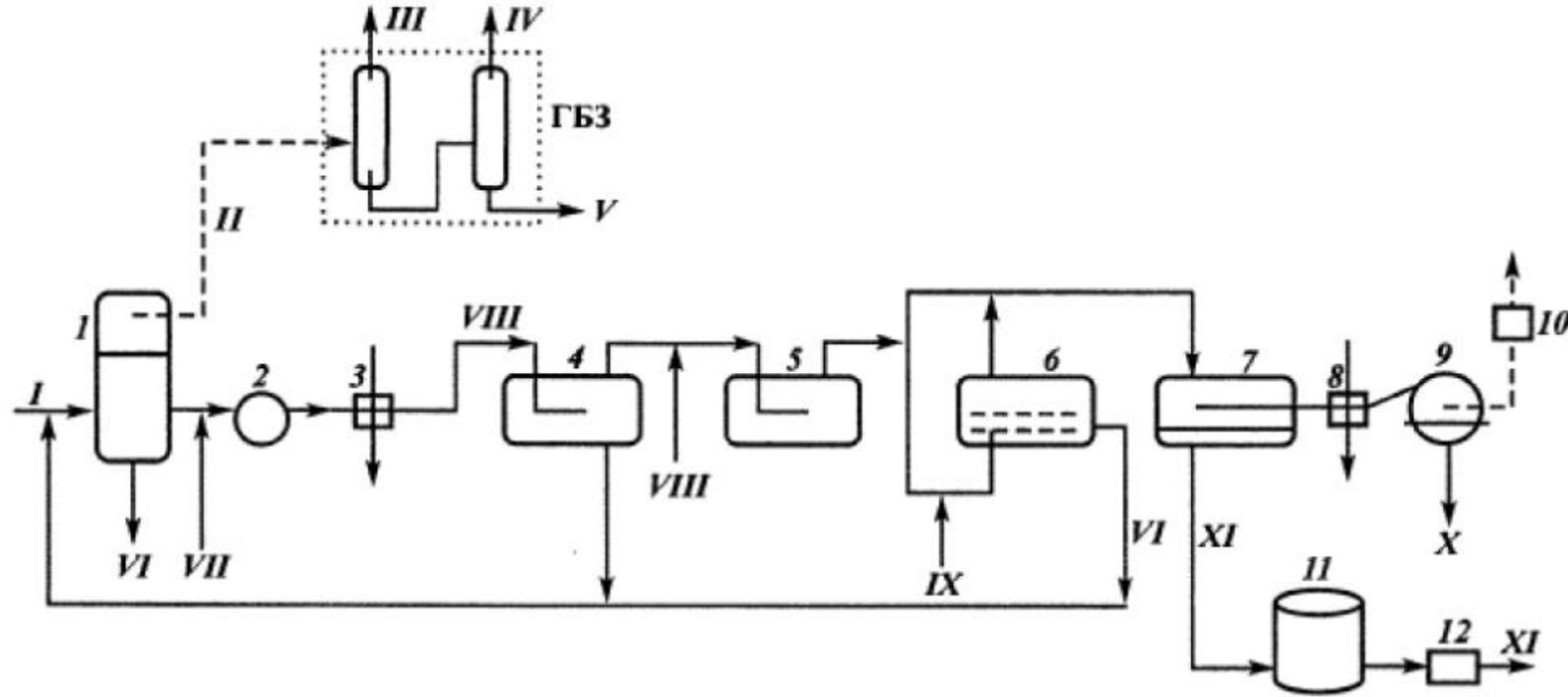
Обессоливание нефти (рисунок 1.4). - процесс удаления из продукции нефтяных скважин минеральных (в основном хлористых) солей. Последние содержатся в растворённом состоянии в пластовой воде, входящей в состав водонефтяной эмульсии (обводнённая продукция скважин), реже в самой нефти - незначительное количество солей в кристаллическом состоянии.



Возможность применения электрического способа в сочетании с другими способами (термическим, химическим) можно отнести к одному из основных его достоинств. Правильно выбранные режимы электрической обработки практически позволяют успешно провести обезвоживание и обессоливание любых эмульсий.



Стабилизация нефти — отделение легких фракций (пропан-бутанов и части бензиновых) для снижения потерь при транспортировке по магистральным трубопроводам и хранении в резервуарах. Стабилизация нефти осуществляется методами горячей сепарации или ректификации (рисунок 1.5).



1- концевая совмещенная сепарационная установка; 2-сырьевой насос; 3- пароподогреватель; 4, 5 - отстойники; 6-электродегидратор; 7-вакуумный сепаратор; 8-холодильник; 9 -гидроциклонный сепаратор; 10 - вакуумный компрессор; 11 - резервуар товарной нефти; 12 - установка учета нефти; I-нефть с пластовой водой и остатками газа; II - газ на гаробензиновый завод; III - сухой газ; IV- сжиженный газ; V- газовый бензин; VI - вода и механические примеси на нефтеловушку; VII - деэмульгатор; VIII - горячая, частично обезвоженная вода; IX - пресная, обескислороженная вода; X - газовый конденсат на ГБЗ; XI - товарная нефть

Рисунок 1.5 – Стабилизация нефти

Нефть из скважины после групповых замерных установок подается по коллектору в концевую совмещенную сепарационную установку (КССУ) 1, в которую поступает горячая вода из отстойника 4, содержащая отработанный деэмульгатор. Под действием тепла пластовой воды и остатков деэмульгатора в КССУ происходит частичное разделение эмульсии на нефть, воду и газ. Отделившаяся вода подается в нефтеловушки, а выделившийся газ поступает на газобензиновый завод (ГБЗ). Нефть из КССУ вместе с оставшейся водой насосом 2 подается в пароподогреватели 3, затем нагретая нефть поступает в отстойник 4 для окончательного отделения нефти от воды. Отделенная вода уносит с собой основное количество солей из нефти. Для более полного обессоливания нефть из отстойника 4 направляется на смешение с горячей обескислороженной пресной водой.

После тщательного перемешивания пресной воды с нефтью, содержащей соли, эмульсия направляется в отстойник 5, где доводится до требуемой концентрации по содержанию солей. После обессоливания и отделения воды нефть при необходимости может быть направлена из отстойника 5 на дополнительное обессоливание и обезвоживание в электродегидратор 6, а если содержание воды и солей в пределах нормы, то нефть, минуя электродегидратор 6, подается прямо в вакуумный сепаратор 7. Вакуумные компрессоры 10 забирают из гидроциклонного сепаратора 9 газ, из которого при прохождении холодильника 8 и гидроциклонного сепаратора 9 выделяется основное количество легких углеводородов. Конденсат из сепаратора 9 отправляется на газобензиновый завод, а газ поступает на специальные установки для полной деэтанализации. Перед пароподогревателем 3 в нефть вводится деэмульгатор, воздействующий на поверхностные свойства пограничных слоев двух фаз эмульсии. Деэмульгатор также может вводиться вместе с подачей пресной воды перед отстойником 5, системой предусмотрена очистка сточных вод с последующей подачей их на нагнетательные скважины для закачки в пласт.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Нефть. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Нефть> Электронный ресурс (дата обращения 15.12.2019).
2. Состав нефти и ее классификация. <http://discoverrussia.interfax.ru/wiki/59/> Электронный ресурс (дата обращения 15.12.2019)
3. Справочник по котельным установкам малой производительности / К. Ф. Роддатис, А. Н. Полтарецкий. М.: Энергоатомиздат, 1989. С. 488