



РАЗРАБОТКА КОАЛЕСЦЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОЧИСТКЕ ПЛАСТОВЫХ ВОД

Сахедов Сердар

Преподаватель, Международного университета нефти и газа имени

Ягшыгелди Какаева

г. Ашхабад Туркменистан

Ишангулыев Тувакмырат

Преподаватель, Международного университета нефти и газа имени

Ягшыгелди Какаева

г. Ашхабад Туркменистан

Оразбердиев Тойгелди

Преподаватель, Международного университета нефти и газа имени

Ягшыгелди Какаева

г. Ашхабад Туркменистан

Очистка пластовых вод является актуальной задачей нефтедобывающего комплекса. Как правило, пластовые воды весьма агрессивны, способны вызывать активную коррозию оборудования, нарушать герметичность скважин, оказывать негативное влияние на окружающую природную среду. Для их очистки используются как специально разработанные методы, так и методы, которые применяются в смежных отраслях производства.

Выбор методов и оборудования для очистки сточных пластовых вод базируются на удалении из них нефтяной эмульсии и взвешенных частиц. Основными методами в данном случае будут являться:

- отстаивание;
- фильтрация;
- коалесценция;
- флотация;
- озонирование.

Сложность состава пластовых вод требует сочетания различных методов при очистке.

Коалесценция

Коалесценция - укрупнение частиц дисперсной фазы путем их слияния. Существует несколько видов коалесценции. Для деэмульгирования нефтяных эмульсий применяют воздействие внешнего электрического поля и коалесцирующие фильтры.

В фильтровальном оборудовании явление коалесценции используется для создания условий, которые способствуют укрупнению капель нефти и более эффективному их дальнейшему удалению. Коалесцирующие фильтры устанавливаются, как правило, на входе воды в нефтеловушку.

Литературный анализ показал, что определяющим фактором, влияющим на процесс коалесценции капель на межфазной поверхности, является смачиваемость материала загрузки. Результаты исследований свидетельствуют, что использование в качестве коалесцирующей загрузки материала, поверхность которого более гидрофобная, дает лучшую эффективность очистки, нежели гидрофильная той же фракции (рисунок 1). Так, кратность очистки от нефти, равная отношению концентраций ее в исходной и очищенной воде, через один час отстаивания в эксперименте с более гидрофобным материалом приблизительно на 20 % выше. Данная разница с увеличением расхода уменьшается. Следует отметить, что с увеличением скорости прохождения воды через загрузку эффект отделения нефти уменьшается (не зависимо от смачиваемости материала) и при определенном значении становится равным эффекту от статистического отстаивания.

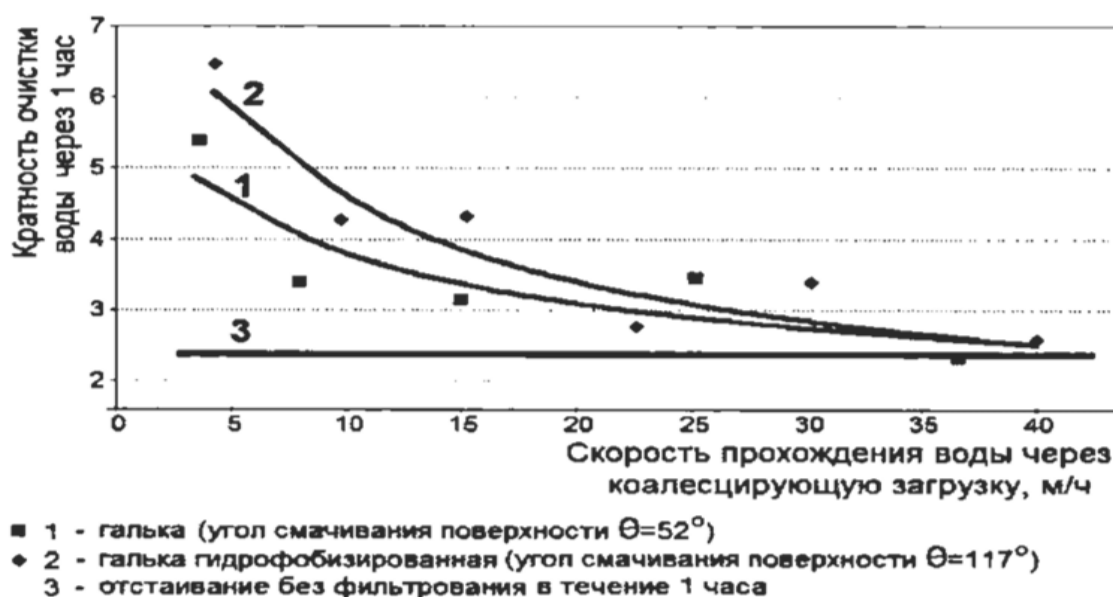


Рисунок 1 - Результаты исследований очистки воды с использованием коалесцирующих материалов с различной гидрофобностью поверхности

Таким образом, для получения высокого эффекта коалесценции нефтяных глобул необходимо применение материалов, обладающих хорошо выраженными гидрофобными свойствами.

Для подбора материалов с наилучшей коалесцирующей способностью были выбраны следующие: пористо-ячеистые (пенополиуретан (ППУ), вспененные металлы (пеноникель)) и гранулированные различных фракций (полиэтилен высокого давления (ПЭВД), полипропилен (ПП), полистирол (ПС), силикагель, обработанный полиуретаном (СГ/ПУ)). Испытания образцов материалов проводились в промышленных условиях на реальной сточной воде с минерализацией солей 220,6 г/дм³ и концентрацией нефти 160 200 г/дм³. Критерием оценки коалесценции было выбрано изменение дисперсного состава загрязнений, а также кратность очистки от нефти воды, прошедшей через насадку и отстоявшейся в течение двух часов при равных прочих условиях. Установлено, что из исследуемых материалов наилучшей коалесцирующей способностью обладают:

- ППУ с размером пор 1 - 3 мм;
- СГ/ПУ фракции 2 -3 мм;

Если исходная эмульсия содержала до 75 % (объемных) капель нефти с диаметром до 20 мкм с включением единичных капель диаметром от 20 до 40 мкм, то после пропускания воды через отмеченные выше материалы объемная доля частиц с размером до 20 мкм сократилась до 20-30 %, соответственно доля частиц с размером более 20 мкм составила от 70 до 80 %.

Кратность очистки от нефти воды, прошедшей через насадку и отстоявшейся в течение двух часов, для большинства коалесцирующих материалов составила от 2,5 до 5,5 раз (рисунок 2).

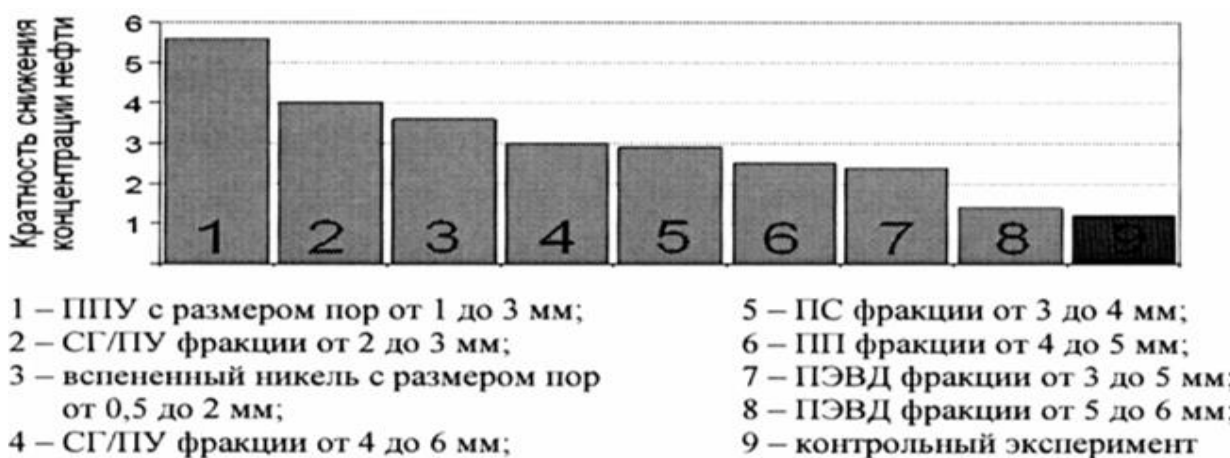


Рисунок 2 - Сравнительная эффективность очистки воды для различных коалесцирующих материалов

При оценке коалесцирующей способности материала большое значение имеет размер гранул загрузки (размер пор для пористо-ячеистой структуры), который обуславливает такой важный параметр как удельная поверхность и существенно влияет на гидродинамику процесса. Поэтому высокая кратность очистки, наблюдаемая в эксперименте с пенополиуретаном, отличительная от других материалов, объясняется следующими причинами:

- высокая удельная поверхность (до $2400 \text{ м}^2/\text{м}^3$) по сравнению с другими материалами (например, у ПЭ фракцией 3 - 5 мм удельная площадь поверхности составляет около $750 \text{ м}^2/\text{м}^3$), что увеличивает вероятность контакта капель нефти с поверхностью;
- высокое значение пористости материала, обусловленное своей пористо-ячеистой структурой, благодаря чему снижается скорость движения жидкости внутри загрузки (примерно в 2 раза по сравнению с гранулами фракции 3 - 5 мм), что увеличивает время нахождения капли нефти в теле загрузки, и тем самым вероятность ее коалесценции.

Исследования влияния плотности воды на процесс коалесценции проводились на модели искусственно приготовленных эмульсий типа «н/в» с постоянной плотностью нефти 865 кг/м^3 , и минерализованной воды - от 1050 до 1200 кг/м^3 . В ходе лабораторных исследований определялись концентрация нефти и дисперсный состав загрязнений в исходной воде и через один час отстаивания после прохождения через коалесцирующий материал. Установлено, что снижение плотности воды способствует образованию мелкодисперсных эмульсий, устойчивых к разрушению (установлено, что при снижении плотности с 1200 до 1050 кг/м^3 преобладающий размер частиц уменьшается с 43 до 16 мкм).

Результаты исследований (рисунок 3) показывают, что между концентрацией нефти в очищенной воде и плотностью воды существует обратная зависимость. При снижении плотности воды с 1200 до 1050 кг/м^3 кратность очистки от нефти при помощи отстаивания с предварительной коалесценцией капель снижается в 1,7 раза.

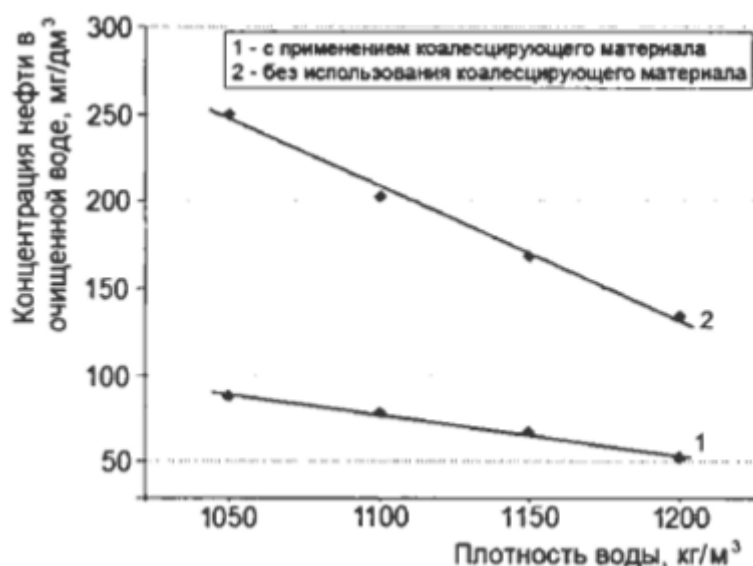


Рисунок 3 - График зависимости концентрации нефти в воде от плотности дисперсионной среды ($C_{\text{нефти исх}} = 448,0 \text{ мг/дм}^3$)

При исследовании влияния межфазного натяжения на процесс коалесценции подбирались реагенты с высоким коэффициентом фазового распределения (степень перехода реагента в водную фазу), одним из которых является Реапон-ИФ (РИФ), широко используемый на объектах ОАО «Татнефты». Исследования проводились с искусственно приготовленной прямой эмульсией. Плотность минерализованной воды составила 1100 кг/м^3 .

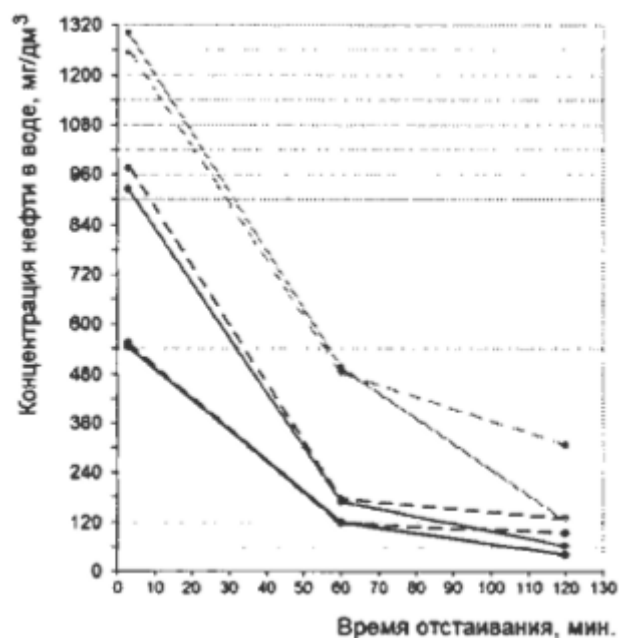


Рисунок 4 - Влияние межфазного натяжения на процесс отстаивания воды

Присутствие в исходной воде ПАВ, снижающих межфазное натяжение на границе фаз «нефть-вода», при очистке с помощью коалесцирующих материалов является нежелательным явлением, поскольку значительно (в 1,7-2,3 раза) увеличивается концентрация нефти в подготавливаемых эмульсиях и одновременно с этим возрастает ее стойкость к разрушению (кратность очистки от нефти в течение двух часов отстаивания равна 6 при Межфазном натяжении $\sigma=50,2 \cdot 10^{-3} \text{Н/м}$; 4, 1 - при $35,5 \cdot 10^{-3} \text{Н/м}$). Эффект от пропускания воды через коалесцирующую насадку наблюдался только через два часа, при этом концентрация нефти уменьшилась в 2,0 2,5 раза по сравнению с водой, которая через насадку не пропускалась.

Исследования показали, что при отстаивании воды без предварительной коалесценции концентрация нефти снижается постепенно на 20-30 мг/(дм³·час) (рисунок 5; линия 1). Для эксперимента, в котором использовался пенополиуретан, основное снижение концентрации нефти происходит в течение первых двух часов отстаивания (рисунок 5; линия 2). Данного времени достаточно, чтобы концентрация нефти в воде снизилась от 260 до 40 мг/дм³, т.е. на 110 мг/(дм³·час). Таким образом, время отстаивания до достижения концентрации нефти 60 мг/дм³ сокращается в 4-5 раз.

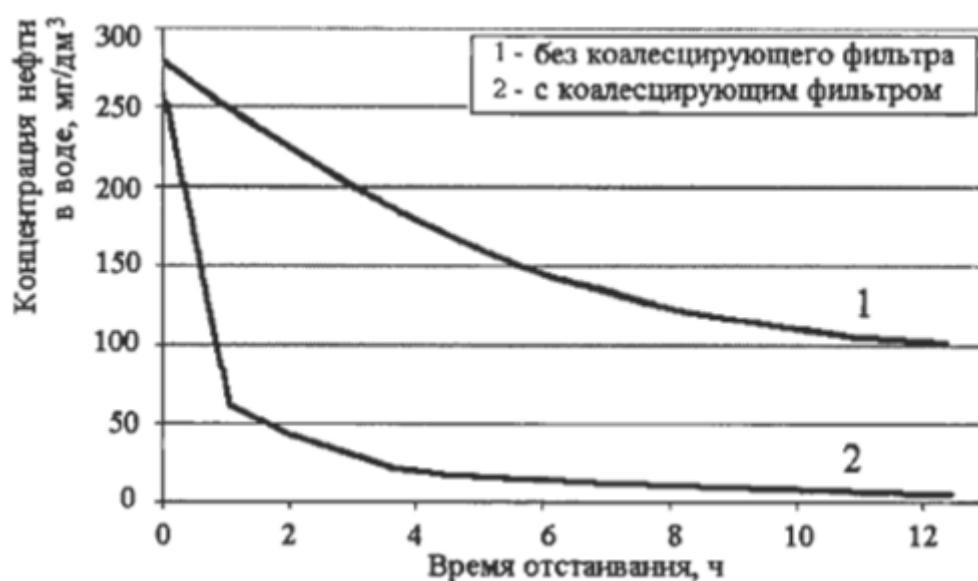


Рисунок 5 - Динамика изменения концентрации нефти в воде

С использованием полученных при изучении процесса коалесценции закономерностей разработана пилотная модель коалесцирующей установки КУ-3-250 (3 - максимальная производительность, м³/ч, 250- объем аппарата, л) для испытаний в промышленных условиях и получения фактических данных по эффективности очистки, получения достоверных данных по гидравлическому сопротивлению через коалесцирующий материал, определения оптимальных технологических параметров и эффективных способов регенерации материала.

Пилотная установка (рисунок 6) выполнена в виде двух равных по объему вертикально расположенных друг над другом емкостей. В верхней емкости в качестве коалесцирующей загрузки размещен набор пластин пенополиуретана общей толщиной 0,6 м.

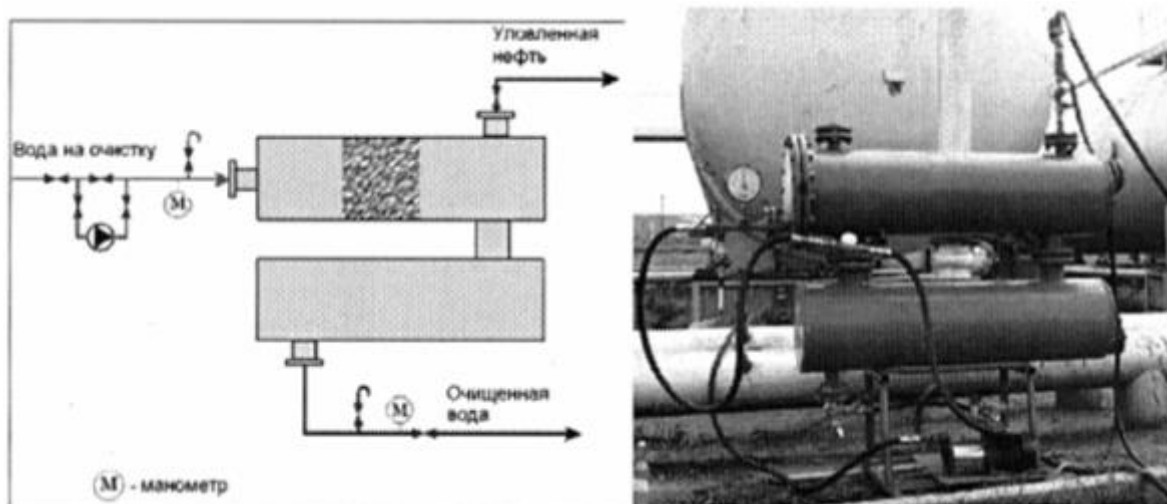


Рисунок 6 - Пилотная коалесцирующая установка

Испытания пилотной установки проводились на нефтепромысловых очистных сооружениях на попутно добываемой воде девонских и угленосных горизонтов, а также на воде Ашальчинского месторождения сверхвязкой нефти на УПСВН НГДУ «Нурлатнефть» (таблица!).

Кратность очистки воды от нефти при помощи коалесцирующего материала - ППУ составляет от 5 до 11 раз в зависимости от исходной концентрации и расхода воды через КУ-3-250. Установлено, что с ростом исходной концентрации нефти в сточной воде кратность очистки также увеличивается.

Таблица 1 – Результаты испытаний коалесцирующей установки

Место проведения испытаний (тип воды)	Расход, м ³ /ч	Концентрация нефти, мг/дм ³	
		в исходной воде	в очищенной воде
КУ-3-250 в качестве первой ступени очистки на линии непосредственно после установки предварительного сброса			
Сармановский ЦСП НГДУ «Джалильнефть»	0,4 - 1,5	160 - 420	30 - 48
ДНС-1сс НГДУ «Альметьевнефть»	0,2 - 1,0	200 - 360	20 - 52
Куакбашская УПВН НГДУ «Ленингорскнефть»	0,2- 1,0	320 - 820	34 - 48
УПСВН НГДУ «Нурлатнефть»	0,2 - 0,4	250 - 400	18 - 48
КУ-3-250 в качестве доочистки на линии после существующих очистных сооружений			
ЛДНС с УПС НГДУ «Ленингорскнефть»	0,2 - 2,0	45 - 70	8 - 43
Сармановский ЦСП НГДУ «Джалильнефть»	0,4 - 2,5	40 - 60	9 - 28
УПСВН НГДУ «Нурлатнефть»	0,2 - 0,4	54 - 73	16 - 31

Результаты испытаний коалесцирующей установки в качестве первой (основной) ступени очистки показали, что остаточная концентрация нефти в очищенной воде снижается до 40 мг/дм³ для воды девонских горизонтов, до 50 - 60 мг/дм³ - угленосных. Подключение коалесцирующей установки после основных очистных сооружений на объекте испытаний в качестве ступени доочистки позволяет снизить концентрацию нефти до 20 мг/дм³ в воде девонских горизонтов, до 30 мг/дм³ в попутно добываемой воде Ашальчинского месторождения сверхвязкой нефти.

Концентрация механических примесей в воде до коалесцирующей установки составила до 20 мг/дм³ и после неё существенно не изменилась (уменьшилась в 1,2-1,4 раза). Перепад давлений на коалесцирующей материале на протяжении всех испытаний составил 0,01-0,02 МПа.

Отмечено, что для воды угленосных горизонтов концентрация нефти 50 мг/дм³ достигается при скорости 10,4 м/ч, для девонских горизонтов до 15,6 м/ч, для попутно добываемой воды Ашальчинского месторождения сверхвязкой нефти - до 4,2 м/ч.