

## **УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ**

**Мырзамуратов А.Б.**

**(научный руководитель канд. техн. наук Булат А.В.)**

**РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина**

Разработка нефтяных месторождений и проектирование систем ППД до сих пор осуществляются на основе теоретических представлений о фильтрационных процессах в пористых средах. Вместе с тем закачка в пласты большого количества воды содержащей глобулы нефти и твердые взвешенные частицы сопровождается коагуляцией пор, каналов и трещин, снижением приёмистости нагнетательных скважин и как следствие требует увеличения давления нагнетания в системе поддержания пластового давления (ППД)[1].

Нефть может быть вытеснена из пласта водой только тогда, когда вода имеет возможность проникнуть в поровое пространство нефтесодержащих пород. Это произойдет только в случае, если поры не будут коагулированы содержащимися в воде механическими примесями. Основными элементами загрязнений являются: нефть, водоросли, продукты коррозии, накипь, сульфиды, бактерии и их продукты. Коагуляция не будет иметь места, или будет вялотекущей, когда вода будет чистой.

Требования к закачиваемой воде, используемой для систем ППД, предъявляются по трем основным показателям: содержанию эмульгированной нефти (нефтепродуктов), размеров и концентрации частиц твердых механических примесей (ТВЧ), микробиологической и химической совместимости ее с пластовой водой и породой коллекторов. При этом приоритетным параметром является допустимый размер ТВЧ. При определении единого показателя концентрации ТВЧ и их допустимого размера по многопластовым месторождениям следует принимать во внимание величину балансовых запасов нефти по отдельным горизонтам и устанавливать концентрацию ТВЧ, ориентированную на горизонты с максимальными запасами, но, при этом, допустимый размер ТВЧ должен соответствовать его минимальным величинам по разрабатываемому месторождению.

На сегодняшний день существует достаточное количество разных по конструкции и работающих по различным схемам систем подготовки воды для ППД. Отдельные сооружения существующих схем имеют большие габариты и металлоемкость, и при этом не всегда имеют достаточную эффективность сепарации механических примесей и оперативную регенерацию фильтрующих элементов. Таким образом, учитывая вышеуказанные недостатки существующих систем, разработана новая система очистки воды в составе сепаратора механических примесей и фильтров тонкой очистки.

При разработке сепарационной установки и технологии очистки воды для системы ППД были использованы данные по системе ППД Уньвинского месторождения ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ»[3].

Для более полной очистки воды от ТВЧ было принято решение установить сепарационную установку на устье нагнетательной скважины. Это дает возможность улавливать ТВЧ, дополнительно попадающие в воду со стенок водоводов.

Разработанная сепарационная установка состоит из двух блоков очистки – сепаратора и фильтра. Конструктивная схема установки представлена на рис. 1.

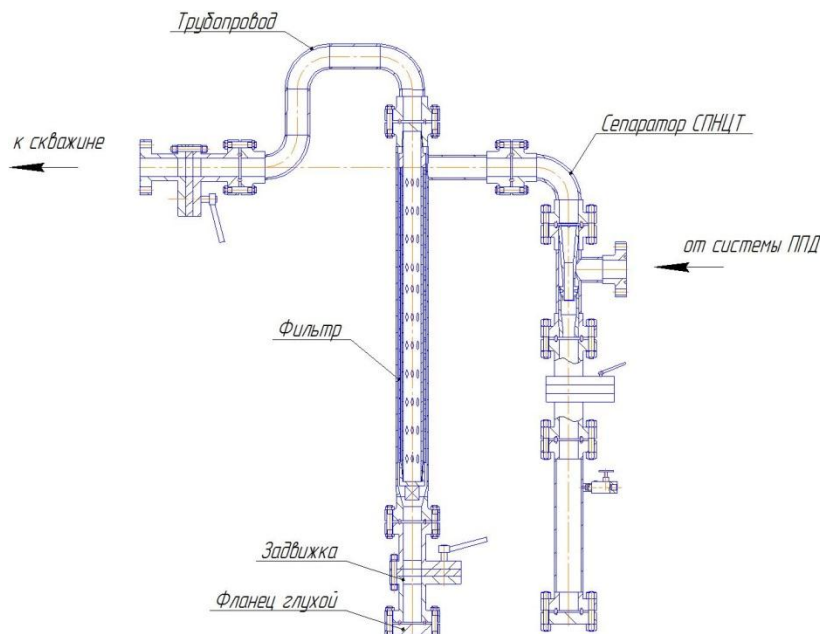


Рис. 1. Конструктивная схема сепарационной установки.

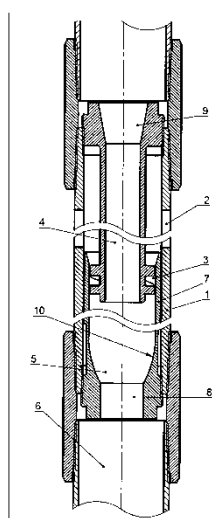
При разработке сепаратора, в качестве прототипа был выбран сепаратор механических примесей типа СПНЦТ, в дальнейшем десендер[2].

При разработке фильтра было решено использовать фильтрующие элементы, изготовленные ООО «РЕАМ-РТИ» из проволочно-проницаемых материалов (ППМ)[4].

Для определения эффективности работы сепарационной установки, а также выбора оптимальных размеров сепарационного узла и фильтрующего элемента были проведены специальные исследования.

### Сепаратор песочный наземный циклонного типа

Десендер обеспечивают отделение механических примесей за счет создания центробежных сил в потоке жидкости в специальных каналах (шнек, спираль, завихритель и т.п.), не содержат вращающихся деталей и не требуют приводных узлов.



- 1-корпус,
- 2- входные отверстия,
- 3-шнек,
- 4-патрубок,
- 5-вихревая камера,
- 6-шламосборник,
- 7-циклон,
- 8-выходной патрубок механически примесей,
- 9- выходной патрубок чистой жидкости,
- 10-спиральный канал.

Рис.2. Схема сепаратора механических примесей циклонного типа.

Устройство для очистки воды работает следующим образом. Жидкость с механическими примесями поступает внутрь корпуса 1 через входные отверстия 2,

далее поступает в каналы, образованные профилированной спиралью сепарирующего узла, выполненного в виде шнека 3. На выходе из шнека 3, в полости вихревой камеры 5 формируется контур циркуляции с вращательным движением жидкости. Твердые частицы за счет центробежных сил оттесняются к стенкам вихревой камеры 5. Под действием гравитационных сил твердые частицы смещаются вниз и далее оседают в отстойнике 6. Очищенная от механических примесей жидкость поступает в патрубок 4 и далее движется вверх, к входу фильтрэлемента.

Разработанная конструкция сепаратора СПНЦТ73 прошла исследования с помощью компьютерной модели и на стенде. В связи с многообразием условий эксплуатации и невозможностью смоделировать все эти условия на стенде, эффективность десендеров определяется по настоящей методике, в которой используется принцип «сравнительных испытаний». Метод сравнительных испытаний позволяет определить эффективность работы десендеров на модельной жидкости с модельными механическими примесями в диапазоне расходов, соответствующих паспортным характеристикам десендеров.

Под эффективностью работы десендеров понимается коэффициент сепарации модельных механических примесей из потока модельной жидкости на режимах, соответствующих паспортным характеристикам десендеров.

Коэффициент сепарации механических примесей определяется по формуле:

$$K_{\text{сеп}} = (M_{\text{прим}} - M_{\text{прим нас}}) / (M_{\text{прим}}), \quad (1)$$

где:  $M_{\text{прим}}$  - масса механических примесей в единице объема модельной жидкости, поступившей на прием десендера (г/л);

$M_{\text{прим нас}}$  - масса механических примесей в единице объема модельной жидкости, поступившей на прием скважинного насоса (г/л).

Эффективность десендера считается тем большей, чем выше значение коэффициента сепарации механических примесей исследуемого устройства. Результаты стендовых испытаний представлены ниже на рисунке 3.

Анализ результатов компьютерного моделирования и стендовых исследований эффективности работы десендера СПНЦТ73 показал, что выбранная модель и изготовленная на её основе конструкция обладает стабильно высоким коэффициентом сепарации  $K_{\text{сеп}}$  механических примесей в очень широком диапазоне расходов и гранулярного состава модельной жидкости.

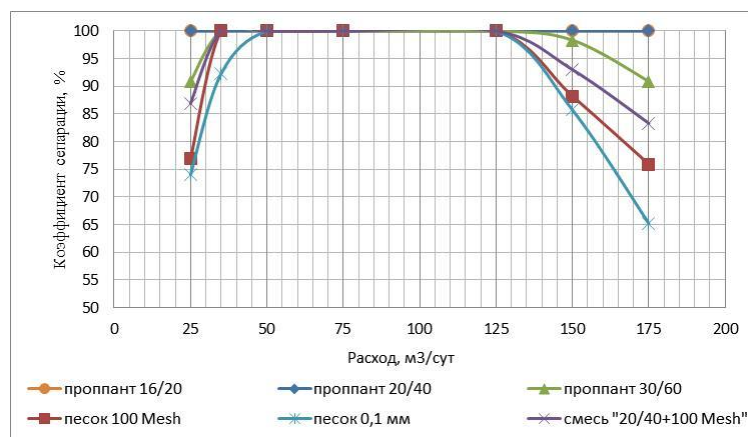


Рис.3. График зависимости  $K_{\text{сеп}}$  от подачи жидкости и гранулометрического состава механических примесей десендера СПНЦТ73

## Фильтры тонкой очистки

В соответствии с принятой конструктивной схемой (рис.1.) для дополнительной очистки устанавливается фильтр тонкой очистки, который позволяет улавливать ТВЧ с минимальным размером частиц 5-10 мкм.

Фильтрэлемент (ФЭ) представляет собой полый цилиндр, изготовленный из ППМ и ограниченный с торцов наконечниками.

На стенде для определения эффективности работы фильтрэлементов обеспечивалась прямая и обратная циркуляция. Отсепарированные примеси осаждались в кольцевом пространстве, между исследуемыми фильтрэлементами и прозрачным корпусом.

Для определения способности сепарировать механические примеси из модельной жидкости используются два показателя: коэффициент фильтрации и тонкость фильтрации.

**Коэффициент фильтрации** определяется отношением массы отсепарированных механических примесей к массе механических примесей, подаваемых на фильтрующий элемент.

**Тонкость фильтрации** определяется величиной механических примесей, удаляемых из потока модельной жидкости на 95%.

Результаты испытаний фильтрэлемента на способность сепарировать механические примеси показаны на рис.4.

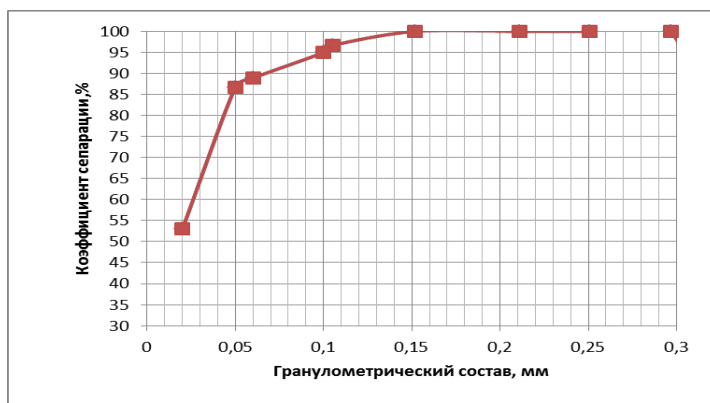


Рис. 4. Зависимость коэффициента сепарации  $K_{сеп}$  от гранулометрического состава механических примесей сборки фильтрэлемента ФСР-94-84-35.

Тонкость фильтрации для фильтрэлементов ФСР-94-84-35 составляет 0,1 мм.

**Регенерационная способность фильтрэлементов** из ППМ означает возможность восстановления расходно-перепадной характеристики фильтрэлемента, бывшего в эксплуатации и подвергающегося промывке (очистке) от загрязнений, до уровня максимально приближенного к уровню РПХ нового ФЭ при минимальных затратах времени и средств.

Результаты испытаний на регенерационную способность фильтра ФСР-94-84-35 показали, что время фильтрации для элемента ФСР-94-84-35 за 50 циклов составляет 52-62 сек, а время регенерации - 3-5 сек.

Степень восстановления расходно-напорной характеристики при пятидесятикратной регенерации оценивалась наложением РПХ фильтрэлемента до и после испытаний.

Данные приведены на рис.5. Как видно, повышение гидравлического сопротивления незначительно и составляет около 0,1 атм.

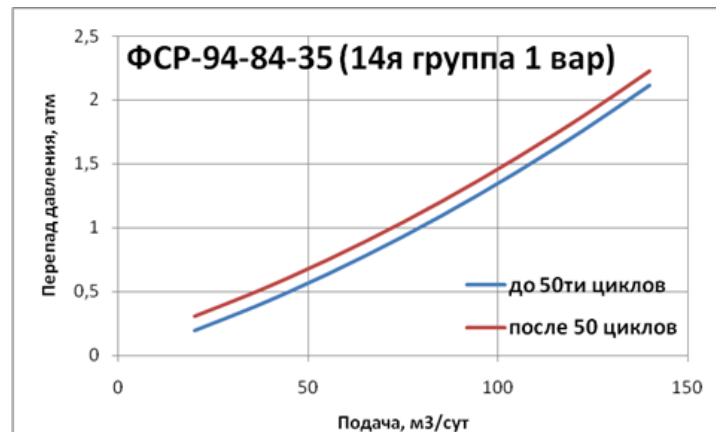


Рис.5. Сравнение расходно-напорных характеристик для фильтроэлементов ФСР-94-84-35 до и после испытаний на регенерационную способность.

### Основные результаты и выводы

1. Предложенный вариант системы очистки воды для системы ППД в составе сепаратора механических примесей и фильтров тонкой очистки обладает высокой эффективностью (коэффициент отделения механических примесей), имеет небольшие размеры и массу, обладает высокими возможностями восстановления (регенерации) первоначальных сепарационных способностей.
2. Установка сепарационной системы на устье нагнетательной скважины, дает возможность улавливать ТВЧ, дополнительно попадающие в воду со стенок водоводов.
3. Конструктивное исполнение десендера технологично при производстве и при эксплуатации устройства, поскольку могут быть использованы наборы сменных деталей для оптимальной настройки устройства.

### Список используемой литературы

1. Байков Н.М., Позднышев Г.Н., Мансурова Р.И. Сбор и промысловая подготовка нефти, газа и воды. М.: Недра, 1981. 803с.
2. Ивановский В.Н., Сазонов Ю.А., и др. «Скважинное устройство для очистки флюида». Патент на полезную модель №114720, от. 10.04.2012 г
3. Требования к качеству воды, используемой для заводнения нефтяных месторождений ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ». Стандарт предприятия ООО «ЛУКОЙЛ ПЕРМЬ» СТП-07-03.4-15-001-09, Пермь 2009 г.
4. Каталог изделий из эластомерных, полимерных, проволочных проницаемых материалов и объектов инжиниринговой деятельности. ООО "РЕАМ-РТИ". Москва 2014г.