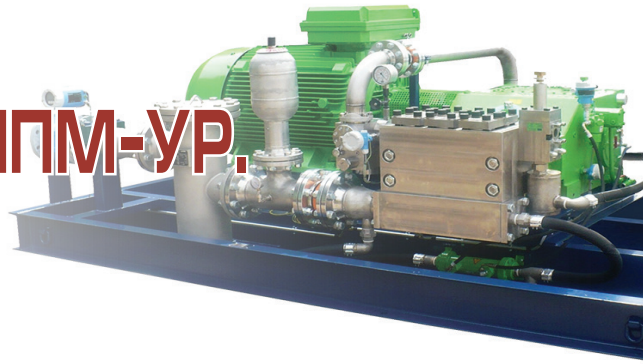
Блоки фильтрующие со структурой ППМ и ППМ-УР. Эффективное, проверенное решение для систем ППД



И.С. ПЯТОВ,
председатель совета директоров,

Л.В. ВОРОБЬЕВА,
заместитель генерального директора

ООО «РЕАМ РТИ»
Московская обл.,
г. Балашиха, 143902, РФ
vlv@ream-rti.ru
reamrti@mail.ru

А.В. БУЛАТ,
доцент кафедры машин и оборудования нефтяной и газовой промышленности

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, ИПНГ РАН
Москва, 119991, РФ

Неподготовленная вода содержит в себе большое количество механических примесей, растворенных солей и остаточной нефти, что может привести к кольматации пласта. Наличие твердых частиц (ТВЧ) снижает эффективность операций по поддержанию пластового давления (ППД) и промысловой подготовке нефти (ППН). Среди инновационных систем очистки для ППД находит свое место система подготовки воды (СПВ), в которой для тонкой очистки используются блоки фильтров из ППМ-УР разработки ООО «РЕАМ РТИ».

Эффективность работы фильтров со структурой ППМ-УР доказана по результатам многочисленных стендовых и опытно-промышленных испытаний.

Ключевые слова: ООО «РЕАМ РТИ», АО «Новомет-Пермь», система поддержания пластового давления (ППД), качество воды, твердые частицы (ТВЧ), система подготовки воды (СПВ), блок фильтров ППМ-УР

FILTER UNITS WITH PPM AND PPM-UR STRUCTURES. EFFECTIVE, PROVEN SOLUTION FOR RESERVOIR PRESSURE MAINTENANCE SYSTEMS

PYATOV I.S.[1], VOROBYEVA L.V.[1], BULAT A.V.[2]

[1] REAM-RTI, LLC
Moscow region, Balashikha, 143902,Russian Federation

[2] Gubkin Russian State University of oil and gas (National Research University), Oil and gas Institute, RAS

Moscow, 119991, Russian Federation

Untreated water contains a large amount of solids, dissolved salts and residual oil, which can lead to formation damage. Presence of suspended particulate matters reduces the efficiency of reservoir pressure maintenance and field oil treatment systems. The water treatment system with PPM-UR filter units developed by REAM RTI, LLC well fits innovative cleaning systems for reservoir pressure maintenance.

Efficiency of PPM-UR filters is proved by the results of numerous bench and pilot tests.

Keywords: reservoir pressure maintenance system, water quality, suspended particulate matters, water treatment system, PWT, filter unit, PPM-UR, REAM RTI LLC, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), Novomet-Perm JSC.

Современные технологии добычи углеводородов для обеспечения эффективности извлечения нефти используют системы поддержания пластового давления, которые оказывает огромное влияние на эксплуатацию скважин. Наибольшее распространение из систем поддержания пластового давления нашел метод закачки воды в пласт. Для этого чаще всего используется пластовая вода с установок первичного сброса воды (УПСВ), вода из артезианских скважин и вода из поверхностных источников (реки, озера и т.д.) [1].

Неподготовленная вода содержит в себе большое количество механических примесей, растворенных солей и остаточной нефти, что может привести к кольматации пласта. Наличие ТВЧ снижает эффективность операций ППД и промысловой подготовки нефти за счет: абразивного износа наземного и скважинного оборудования, снижения приемистости призабойной зоны пласта нагнетательных скважин, увеличения расхода реагентов при разделении продукции скважины при ППН.

Именно поэтому количество и размер ТВЧ в воде строго регламентируются стандартами предприятий (СТП) и отраслевыми стандартами (ОСТ), выполнить которые на данный момент невозможно без применения громоздких систем водоподготовки и очистки или дорогостоящих химических реагентов – коагулянтов.

Для обеспечения требуемого качества воды в системах ППД начинают использоваться модульные системы очистки воды,

Современные технологии добычи углеводородов для обеспечения эффективности извлечения нефти используют системы поддержания пластового давления, которые оказывает огромное влияние на эксплуатацию скважин. Наибольшее распространение из систем поддержания пластового давления нашел метод закачки воды в пласт. Для этого чаще всего используется пластовая вода с установок первичного сброса воды (УПСВ), вода из артезианских скважин и вода из поверхностных источников (реки, озера и т.д.).

включающие в себя до трех ступеней очистки в зависимости от условий работы.

Среди инновационных систем очистки для ППД находит свое место система подготовки воды СПВ (рис. 1), разработанная специалистами кафедры машин и оборудования нефтяной и газовой промышленности РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина под перспективные требования ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь». Модульная система включает три ступени обработки воды:

Первая ступень – это сепаратор механических примесей гидроциклонного принципа действия, разработанный на кафедре машин и оборудования нефтяной и газовой промышленности РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина. Обеспечивает эффективное удаление механических примесей размером до 50 мкм.

Вторая ступень – блок фильтров с фильтроэлементами из проволочного проницаемого материала (ППМ), разработанных специалистами ООО «РЕАМ-РТИ» без гидрофильного и олеофобного покрытий. Вторая ступень обеспечивает финальную очистку от механических примесей размером до 2 мкм.

Третья ступень – это сорбер, которым обеспечивается очистка воды от остаточной нефти.

Данная система универсальна с точки зрения места применения. На сегодня система СПВ установлена на УПСВ, непосредственно на устье нагнетательной скважины, на выходе из КНС и на входе в шурфовую установку. Система СПВ успешно прошла опытно-промышленные испытания (ОПИ) на объектах ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь», АО «РИТЭК» и ООО «Газпромнефть». Результаты ОПИ показали снижение содержания ТВЧ в 2,9 раза при среднем размере частиц 2,5 мкм и снижение количества остаточной нефти в 2,1 раза.

В связи с высокими требованиями к качеству воды, требованию к обеспечению высокой пропускной способности при малых осевых и диаметральных габаритах работоспособность всей системы напрямую зависит от работы фильтрэлементов и их регенерирующих способностей.

Для обеспечения высоких показателей вышеуказанных параметров работы предприятием ООО «РЕАМ-РТИ» разработана новая концепция фильтрующей структуры (рис. 2), получившая аббревиатуру ППМ-УР (проволочный

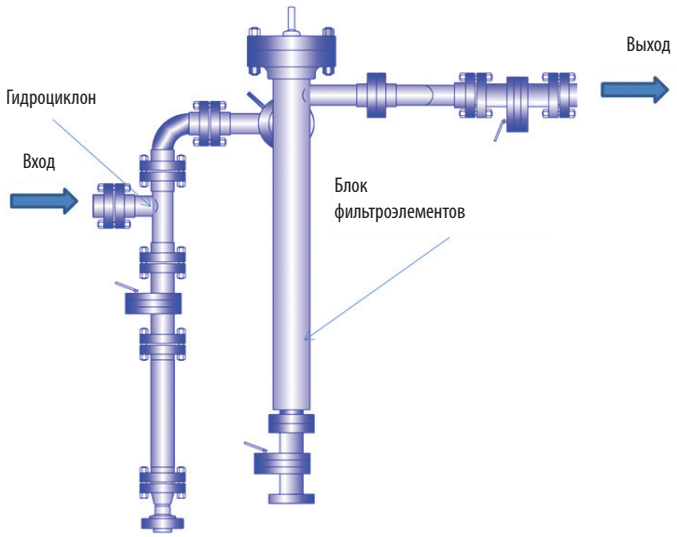


Рис. 1. Модульная система подготовки воды СПВ

Рис. 2. Внешний вид блока фильтроэлемента с структурой ППМ-УР

проницаемый материал упруго-растянутый). Она предназначена для обеспечения отделения механических примесей крупнее 2 мкм при высокой скважности фильтрующей структуры и способности к самоочищению при прекращении расхода через эту структуру.

Фильтр ППМ-УР предназначен для использования в составе фильтрующих модулей систем подготовки жидкостей, фильтров входных модулей и подвесных фильтрах для УЭЦН, УЭВН и ШГН, и встраивания их в уже имеющиеся системы очистки с номинальной подачей до 1000 м^3/сут и тонкостью фильтрации на воздухе от 5 мкм и более, в зависимости от задач фильтрации сред.

Возможно комбинированное, послойное, исполнение блока с использованием современных материалов и покрытий под заданные условия работы.

Эффективность работы фильтров ППМ-УР подтверждена многочисленными стендовыми и опытно-промышленными испытаниями.

Для испытании в Лаборатории скважинных насосных установок РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина были предоставлены два Блока со структурой ППМ-УР: БФСР4.02.000 (в дальнейшем – Блок 1) – состоящего из слоя проволочно-проницаемого материала, с двух сторон зафиксированного сетчатым материалом. БФСР4.02.000-01 (в дальнейшем – Блок 2) отличается от Блока 1 наличием дополнительного слоя базальтовой ткани, расположенной с внутренней стороны.

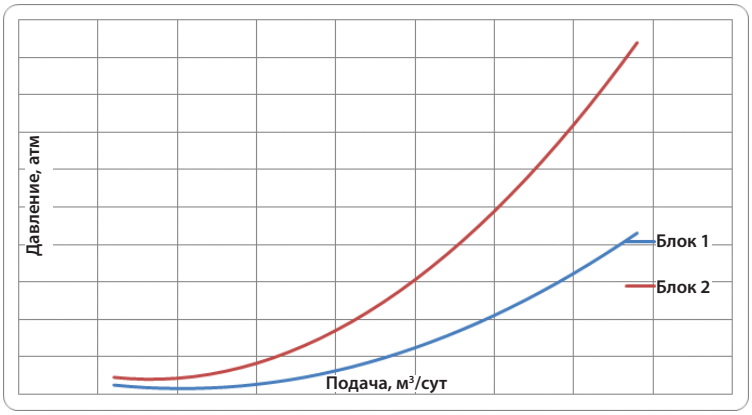


Рис. 3. Расходно-напорные характеристики блоков фильтрующих БФСР4 (модельная жидкость – техническая вода)

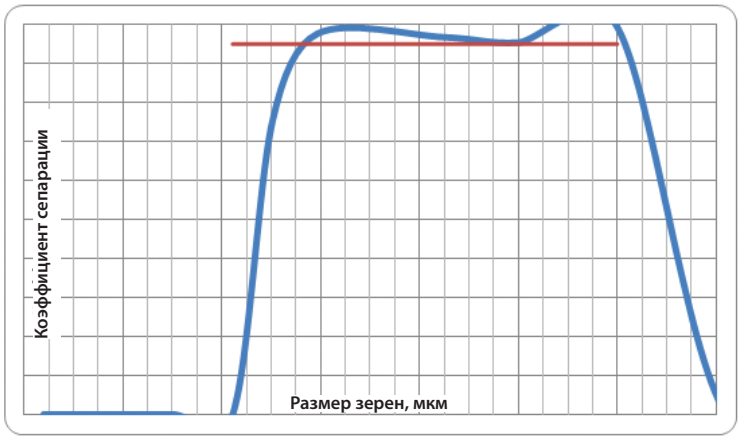


Рис. 4. Зависимость коэффициента фильтрации Кфил от гранулометрического состава механических примесей для Блока 1

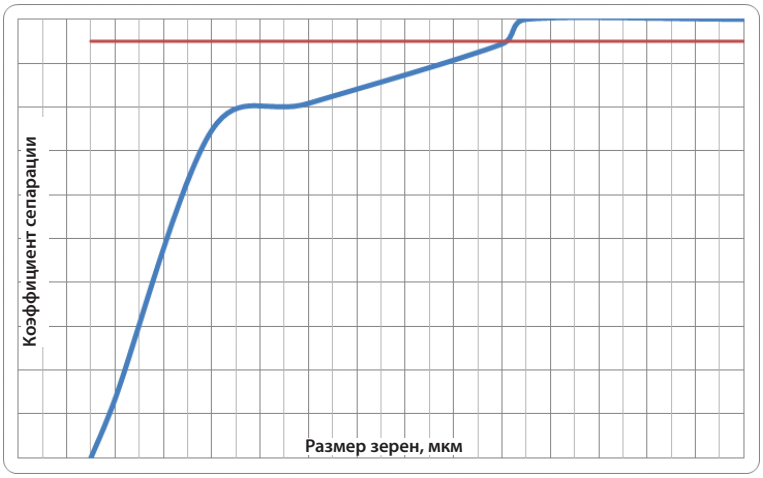


Рис. 5. Зависимость коэффициента фильтрации Кфил от гранулометрического состава механических примесей для Блока 2

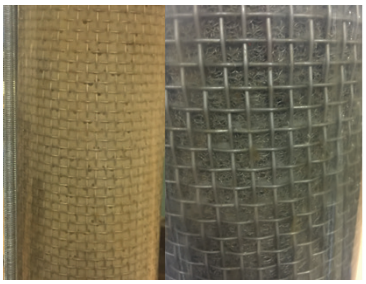


Рис. 6. Фото проведения испытаний на степень регенерации Блока фильтрэлементов

Испытания проводились на следующих модельных жидкостях: технической воде (моделирование условий работы в высокообводненных скважинах и системах ППД) и глицериновой смеси с вязкостью до 200 сП.

Результаты проведенных стендовых испытаний представлены на рис. 3 – 6.

В результате было установлено:

– фильтрующие блоки со структурой ППМ и ППМ-УР обладают низким гидравлическим сопротивлением: так, при длине блоков 500 мм и подаче модельной жидкости 250 м³/сут перепад давления для испытуемых вариантов исполнения не превышал 0,75 атм.;

– в процессе циклической работы блоков выявлена 100 % регенерация пропускной способности после 10 циклов при промывке обратным потоком.

В декабре 2018 г. были проведены стендовые испытания фильтрующих блоков со структурой ППМ-УР на испытательном стенде «Новомет-Пермь». Проведенные испытания показали низкие гидравлические сопротивления при подаче модельной жидкости 100 и 300 м³/сут с загрязнителем концентрацией 2,5 г/л (рис.7 и 8). В качестве загрязнителя использовался песок горы Хрустальной, минимальный размер частицы 7 – 10 мкм.

В ноябре 2014 г. проводились опытно-промысловые испытания системы СПВ на установке предварительного сброса воды (УПСВ) «Бырка» ООО «ЛУКОЙЛ – Пермь» [2, 3]. Очистке подвергалась подтоварная вода с содержанием остаточной нефти.

Как показали испытания, данные которых представлены в табл. 1, КВЧ снизилось с 57,3 до 19,5 мкм. Содержание остаточной нефти с 107,4 до 59 мг/л, а средний размер частиц с 4 до 2,5 мкм. Максимальный размер частиц снизился с 29,5 до 10,4 мкм (рис. 9).

Как видно из рис. 7, более 40 % частиц в очищенной воде имеют размер не более 1,39 мкм. Результаты ОПИ были признаны успешными для большинства месторождений ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь».

С 27.09.2018. по 11.11.2018 проводилось ОПИ СПВ производительностью до 600 м³/сут на кустовой площадке № 1 АО «Мессояханефтегаз» Восточно-Мессояхского месторождения. Во второй ступени очистки использовались фильтры со структурой ППМ-УР.

Средний расход воды во время проведения ОПИ составил 530 м³/сут. Среднее КВЧ на входе – 33,29 мг/л, КВЧ на выходе – 18,67 мг/л. Снижение содержания механических примесей составило 43,9 %. Для определения гранулометрического состава механических примесей пробы воды до и после системы СПВ были направлены в Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука. Результаты пробы представлены на рис. 10.

Как видно из рис. 10, после системы СПВ в воде отсутствуют механические примеси размером более 2,5 мкм. Результаты ОПИ были признаны успешными.

ВЫВОДЫ

1. Применение блоков фильтрующих со структурой ППМ и ППМ-УР позволяет обеспечивать высокую степень очистки воды от механических примесей размером до 2,5 мкм.

2. Фильтры обладают низкими гидравлическими сопротивлениями, что позволяет обеспечивать высокую пропускную способность при низких осевых и диаметральных габаритах.

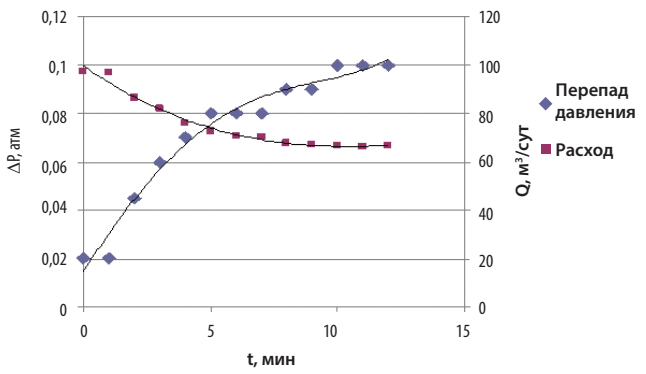


Рис. 7. РПХ блока БФСР97х73х990-005 с загрязнителем при Q=100 м³/сут (концентрация 2,5 г/л)

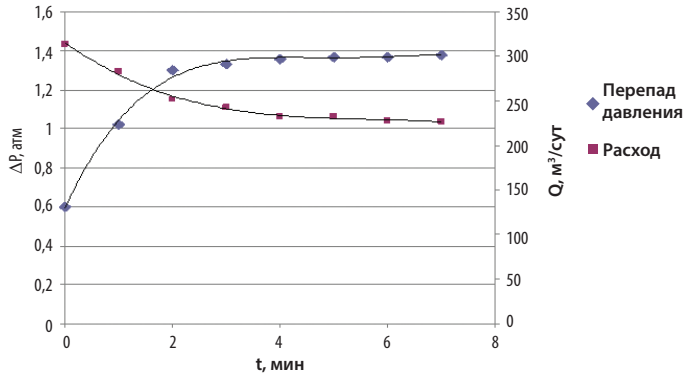


Рис. 8. РПХ блока БФСР97х73х990-005 с загрязнителем при Q=300 м³/сут (концентрация 2,5 г/л)

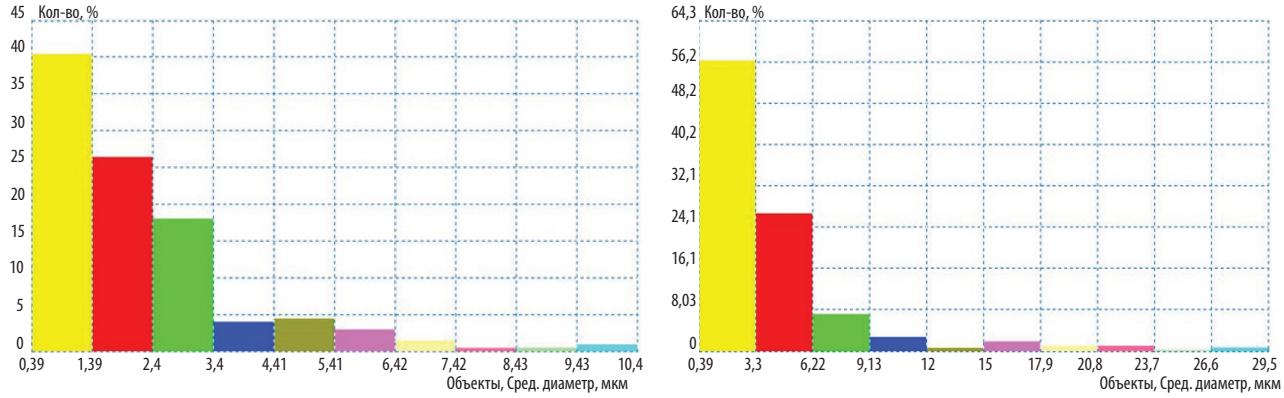


Рис. 9. Гистограмма распределения механических примесей в пробе до и после системы СПВ

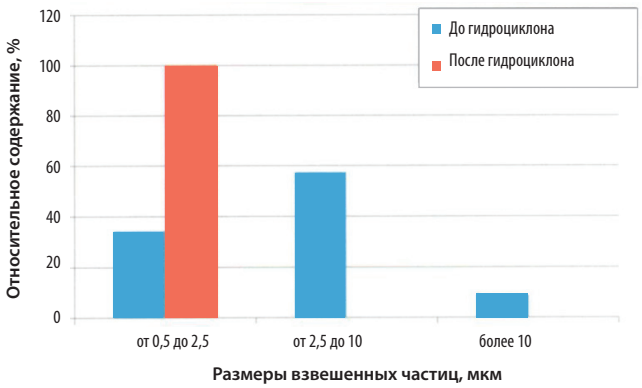


Рис. 10. Гистограмма распределения взвешенных частиц по размеру до и после системы СПВ

3. Проведенные стендовые испытания и ОПИ подтверждают высокую степень регенерации блоков фильтрэлементов.

Табл. 1. Данные опытно-промысловых испытаний системы СПВ на УПСВ «Бырка»

Период испытаний	Давление на входе СПВ, МПа	Подача, м³/сут	Среднее содержание в подтоварной воде, мг/л				Средний размер частиц, мкм	
			КВЧ		остаточной нефти			
			до СО	после СО	до СО	после СО	до СО	после СО
18 – 21.10.14	1.1	235,0	54,5	19,9	96,3	45,8	4,0	2,5

Литература

1. Ивановский В.Н., Сабиров А.А., Деговцов А.В., Булат А.В. Усенков А.В., Брезгин А.Р., Дурбажев А.Ю., Сюр Т.А., Сорокин С.Е., Пятов И.С., Шевкун А.М. Система очистки воды для нужд пластового давления и промысловой подготовки нефти // Территория Нефтегаз. 2014. № 10. С. 54–59.

2. Ивановский В.Н., Сабиров А.А., Деговцов А.В., Пекин С.С., Мериципи И.А., Усенков А.В., Брезгин А.Р., Дурбажев А.Ю., Сюр Т.А., Пятов И.С. Разработка сепарационной установки и технологии подготовки воды для систем ППД // Территория Нефтегаз. 2015. № 3. С. 26–32.

3. Ивановский В.Н., Сабиров А.А., Булат А.В. Малогабаритные системы подготовки воды для нужд ППД и ППН // Инженерная практика. 2016. № 1–2. С. 90–94.

References

1. Ivanovskiy V.N., Sabirov A.A., Degovtsov A.V., Bulat A.V. Usenkov A.V., Brezgin A.R., Durbazhev A.YU., Syur T.A., Sorokin S.Ye., Pyatov I.S., Shevkun A.M. Sistema ochistki vody dlya nuzhd plastovogo davleniya i promyslovoy podgotovki nefti [Water Treatment System for Reservoir Pressure Maintenance and Oil Treatment]. *Territoriya Neftegaz* [Oil and Gas Territory], 2014, no. 10, p. 54–59. (In Russian).

2. Ivanovskiy V.N., Sabirov A.A. , Degovtsov A.V., Pekin S.S., Meritsidi I.A., Usenkov A.V., Brezgin A.R., Durbazhev A.YU., Syur T.A., Pyatov I.S. Razrabotka separatsionnoy ustanovki i tekhnologii podgotovki vody dlya sistem PPD [Development of Separation Package and Water Treatment Technology for Reservoir Pressure Maintenance Systems]. *Territoriya Neftegaz* [Oil and Gas Territory], 2015, no. 3, p. 26–32. (In Russian).

3. Ivanovskiy V.N., Sabirov A.A., Bulat A.V. «Malogabaritnyye sistemy podgotovki vody dlya nuzhd PPD i PPN [Compact Water Treatment Systems for Reservoir Pressure Maintenance and Oil Treatment]. *Inzhenernaya praktika* [Engineering Practice], 2016, no. 1–2, p. 90–94. (In Russian).