

Предотвращение выноса песка из добывающих скважин

В.Н. Мамаев

технолог¹

VNMamaev@udmurtneft.ru

А.Р. Мавзютов

управляющий²

project-consultinggroup@bk.ru

А.Р. Эпштейн

главный конструктор³

Я.Р. Сафаров

генеральный директор³

¹ОАО «Удмуртнефть», Ижевск, Россия

²ООО «Проектно-Консалтинговая Группа «БК», Уфа, Россия

³НПО «Новые технологии», Уфа, Россия

Все большая часть мировых запасов углеводородного сырья приходится на долю продуктивных пластов в слабых породах, подверженных разрушению при разработке, проявляющемуся в выносе песка из скважин. Добыча из многих скважин, вскрывших такие запасы, осуществляется уже намного дольше, чем ожидалось, и дальнейшая их эксплуатация может привести к разупрочнению пластов. По этой причине добывающие компании проявляют интерес к экономически эффективным методам и устройствам устранения выноса песка из скважин.

Материалы и методы

Решение поставленных задач основано на анализе данных о строении выбранного объекта (нефтяных скважин). При теоретическом анализе в работе использовались методы математической статистики, подземной и трубной гидравлики. Теоретические исследования подтверждены стендовыми испытаниями в условиях специализированной лаборатории РГУ им. Губкина и систематизацией итоговых результатов применения предложенных разработок в процессе эксплуатации добывающих скважин.

Ключевые слова

скважина, пескопроявление, фильтр, мехпримеси, заиливание, тонкость фильтрации

Добыча флюидов из слабосцементированных пластов практически всегда сопровождается выносом песка. Это может привести к снижению темпа отбора, повреждению оборудования на поверхности и в скважине и росту эксплуатационных затрат [1, 2]. Песок образуется в результате двухступенчатого процесса под действием сдвиговых напряжений, разрушающих породу пласта. Пластовые флюиды затем переносят выкрошенный песок в ствол скважины, из которого он выносится на поверхность или оседает где-либо в скважинной системе. С миграцией песка также связаны и фазовые изменения флюида, особенно при прорывах воды.

Принимаемые в мировой практике методы борьбы с пескопроявлениями условно делятся на технологические и механические.

Технологические методы основаны на изучении механических свойств породы пласта в начальных условиях и их изменений при нарушении равновесного состояния термодинамической системы. В данном случае такое нарушение равновесия происходит при эксплуатации скважины. К данным методам можно отнести регулирование создаваемой депрессии на пласт в зависимости от напряжённого состояния пластов, ориентирование перфорации скважин, метод холодной добычи высоковязкой нефти и другие, которые успешно применяются в России и некоторых месторождениях зарубежных стран.

К механическим методам борьбы с пескопроявлениями относятся использование забойных фильтров, специальных хвостовиков в узле заканчивания скважин, различных песочных якорей, завихрителей, сеточных фильтров различной модификации, устройств гравитационной, центробежной и акустической сепарации, устанавливаемых у приёма насосной установки. Механические методы являются наиболее простыми и доступными, поэтому получили наибольшее распространение. К ним относится оборудование нефтяных скважин противопесочными фильтрами различной конструкции [3, 4].

В этих средствах наиболее важными конструктивными параметрами являются размеры щелей по отношению к диаметру частиц выносимого пластового песка. Размеры щелей проектируют так, чтобы обеспечивалось полное прекращение выноса песка при допустимой производительности скважины. Эта задача решается путем выбора оптимального соотношения размеров щелей и песка.

Анализ практики применения фильтрующих систем на рынке погружного насосного оборудования показывает, что в настоящий момент доминирующей основой конструкций фильтров ГНО является щелевая фильтрующая решетка Джонсона. Обладая достоинствами в технологии производства, данный тип фильтрующей поверхности весьма уязвим: имеют место повреждения при спуско-подъемных операциях, при прохождении оборудованием искривленных участков скважин, кроме того, щелевые фильтры имеют значительную длину, а щели подвержены износу. Тем не менее, осложняющие факторы в виде большого содержания

глинистых составляющих, асфальтенов, солей существенно увеличивают скорость заиливания фильтра, тем самым снижая ресурс работы насоса. Для предотвращения отказов в таких скважинах приходится применять ингибиторы, что существенно снижает преимущество конструкции.

Таким образом, существующие конструкции фильтров имеют ряд основных недостатков [5].

1. Частицы породы, песок (проппант) остаются на забое и засоряют его, ограничивая приток.
2. Засоряясь, фильтр ограничивает приток жидкости в насос.
3. Фильтр не может быть очищен в процессе эксплуатации.
4. Фильтр не сохраняет структуру продуктивного горизонта, что не гарантирует длительную эксплуатацию и вследствие этого высокий общий дебит.
5. Фильтр является неразборным и не подлежит ремонту.
6. Фильтр не предупреждает износ ступеней и проточной части насоса.

Существующая практика показывает, что наиболее эффективная работа сетчатых и других фильтров и, следовательно, увеличение наработки на отказ насосного оборудования достигается только при их адресном применении с учетом механических свойств минерального скелета пласта и неравновесного состояния системы пласт-флюиды. Также применение существующих конструкций фильтров при использовании метода холодной добычи для эксплуатации глубоководных и достаточно прочных коллекторов, содержащих высоковязкую нефть, не представляется возможным.

Общая результативность борьбы с вредным влиянием механических примесей увеличивается при комплексном использовании существующих методов. Конечно, главным критерием, определяющим целесообразность применения того или иного метода, является его экономическая эффективность.

В современных условиях, когда рынок защитных фильтров представлен достаточно широко, а их конструкции отличаются незначительно, на первый план выходит их стоимость.

Таким образом, решение проблемы в представленной области добычи нефти сдерживается из-за отсутствия недорогих, высокоэффективных средств защиты ЭЦН, ШГН от мехпримесей, содержащихся в продукции скважин, а также затрат, связанных с их установкой, ремонтпригодностью и возможными потерями от их преждевременного выхода из строя [6].

Имея положительный опыт конструирования систем подземного оборудования, предложено использование щёточных дисков (ЩД) в качестве фильтрующих элементов (ФЭ) в системах защиты ГНО от мехпримесей. С 2011 г. начато проектирование и опытное производство фильтров собственной разработки с использованием ЩД (рис. 1) [7].

Форма канала ЩД представляет собой щель переменного сечения между соседними

проволочными витками. Сечение канала в процессе эксплуатации уменьшается, обеспечивая требуемую тонкость фильтрации.

В свою очередь разработана конструкция щёточного фильтра для скважин, оснащённых ШГН, с возможностями гравийной фильтрации.

Тонкость фильтрации задается и выдерживается процессом производства и сборки (изменением количества дисков) и внутренним диаметром проставочных дисков, принятая градация для ГНО: 100, 200 и 500 мкм. Развитая парофильная поверхность ЩД исключает заиливание и накопление на ней кольматанта.

Новизна технических решений, используемых в конструкции фильтра, установлена государственной экспертизой и зарегистрирована в патентах на изобретения [8, 9]. Фильтр соответствует требованиям нормативных документов — имеет сертификат соответствия, разрешение на применение и может эксплуатироваться в скважинных условиях. Преимущества конструкции фильтра:

- двухступенчатая очистка скважиной жидкости, с возможностью изменения площади фильтрующей поверхности и

тонкости фильтрации каждой из ступеней;

- использование в конструкции унифицированных фильтрующих элементов, с различными значениями величин как абсолютной тонкости фильтрации, так и площади фильтрующей поверхности;
- фильтрующие элементы позволяют обеспечить тонкую (до 0,1 мкм) очистку коррозионно активной фильтруемой среды при температуре до 135°C.

Изменение конструкции входа позволяет снизить кинетику частиц мехпримесей на входе в фильтр, что положительно сказывается на качестве фильтрации, нечувствительности к ударным нагрузкам и общем ресурсе фильтра. Поскольку именно ФЭ определяет характеристики фильтра, при его производстве в обязательном порядке выполняется контроль всех свойств ФЭ, таких как расходно-перепадные характеристики (РПХ), тонкость фильтрации, способность к регенерации и сопротивление к деформации. Стеновые испытания фильтра скважинного бескорпусного (ФСБ-1) представленного на рис. 2, проводились в 2013 г. в специализированной лаборатории РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина (г. Москва).

На основе проведённых исследований на стендовых установках университета сделаны следующие выводы о предпочтительной области применения конструкций на базе фильтров ФСБ-1:

- конструкции на базе фильтров ФСБ-1 без наполнителя рекомендуется использовать в скважинах с выносом крупных механических примесей (размер частиц более 0,5 мм) при вязкости до 2 сП;
- конструкции на базе фильтров ФСБ-1 без наполнителя рекомендуется использовать в скважинах с выносом не крупных механических примесей (размер частиц от 0,2 мм и более) при вязкости свыше 30 сП;
- конструкции на базе фильтров ФСБ-1с наполнителем рекомендуется использовать в скважинах с выносом любых механических примесей (размер частиц более 0,05 мм) при расходах жидкости до 50 м³/сутки для пластовой жидкости низкой вязкости (до 2 сП). При повышенной вязкости фильтры ФСБ-1 с наполнителем рекомендуется использовать в скважинах с выносом крупных механических примесей, что будет препятствовать быстрому забиванию пор наполнителя; дебиты

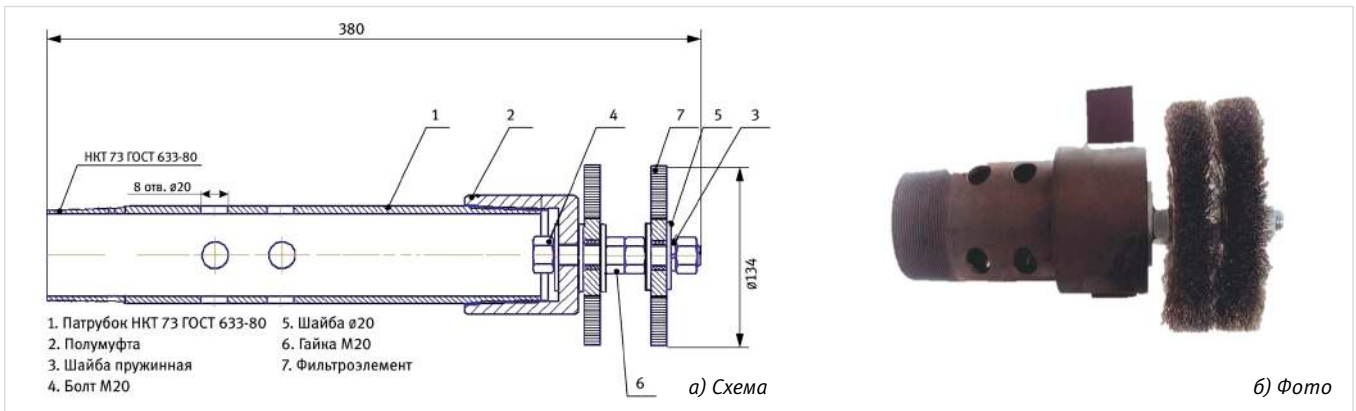


Рис. 1 — Фильтр скважинный бескорпусный ФСБ-1

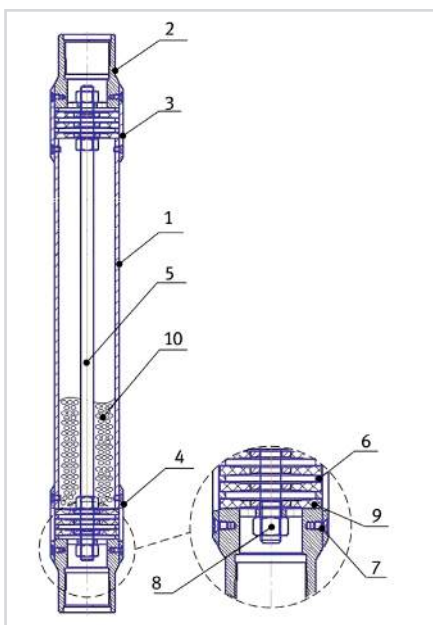


Рис. 2 — Фильтр скважинный для УШГН
1 — корпус; 2 — переводник; 3 — втулка верхняя; 4 — втулка нижняя; 5 — шпилька
6 — кольцо проставочное; 7 — винт М6;
8 — гайка 9 — фильтрующий элемент; 10 — набивка (пропант)

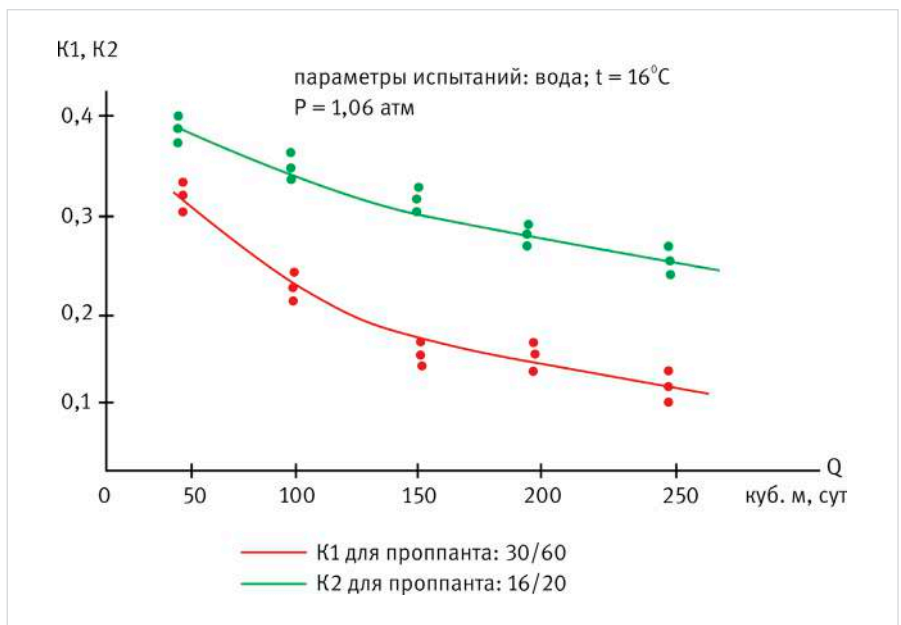


Рис. 3 — Коэффициент сепарации фильтра в зависимости от гранулометрического состава мехпримесей на входе в фильтр и расхода жидкости Q

скважин при вязкости свыше 35 сП не должны превышать 25 м³/сутки.

Также в связи с высокими требованиями, в том числе и по содержанию механических примесей для воды, закачиваемой в пласт, разрабатываются системы фильтрации воды для установок ППД. Еще одно перспективное направление — унификация подвесных фильтров для ШГН и фильтр для УЭЦН.

На рис. 3 показаны результаты изменения коэффициента сепарации фильтра в зависимости от гранулометрического состава мехпримесей на входе в фильтр ФСБ-1 и расхода жидкости Q.

Итоги

В работе обоснованы направления усовершенствования технологий и технических средств в подсистемах нефтедобывающих предприятий по предупреждению поступления в насос обломков породы, песка и проппанта, обеспечивающие наибольшую фильтрующую поверхность на единицу занимаемой площади, механическую прочность, компактность, отсутствие пакелирующего устройства и ремонтпригодность.

Выводы

Активная борьба с выносом песка привлекает все большее внимание в отрасли. Существенное снижение цен на нефть и уменьшающееся число новых крупных месторождений придают все больший смысл разработке оставшихся запасов старых месторождений и увеличивают их потенциальную ценность.

Сегодня трудноизвлекаемые запасы в коллекторах, склонные к пескопроявлениям, могут считаться основными источниками прироста запасов.

Список используемой литературы

1. Емельянов Д. В. Проблемы с выносом механических примесей и пути решения при эксплуатации на месторождениях ОАО «Удмуртнефть» // Инженерная практика. 2010. №2. С. 49–55
2. Камалетдинов Р. С., Лазарев А. Обзор существующих методов борьбы с мехпримесями // Инженерная практика. 2010. №2. С. 6–13.
3. Мелик-Асланов Л.С., Везилов А.Р. Проблема песка при добыче нефти //

Азербайджанское нефтяное хозяйство. 1981, №Ш 9, С.25–28.

4. Наговицын Э.А. Оборудование для снижения влияния механических примесей при добыче нефти механизированным способом // Инженерная практика. 2010. №2. С. 90–96
5. Патент 2146759. Способ создания скважинного гравийного фильтра № 99107596/03. Заявлено 21.04.99; Опубл. 20.03.2000. МПК7Е 21 В 43/04.
6. Топольников А.С., Литвиненко К.В. Комплексный подход к проектированию системы механизированной добычи нефти в условиях выноса мехпримесей // Инженерная практика. 2010. №2. С. 84–89.
7. Эпштейн А.Р., Мавзютов А.Р., Башкин О.В. Фильтр скважинный для штанговых глубинных насосов. Международная научно-практическая конференция, материалы. Уфа, 2014, С. 184–186.
8. Патент на полезную модель №103842 Фильтр скважинный.
9. Патент на полезную модель №138070 Фильтр скважинный.

ENGLISH

OIL PRODUCTION

Preventing the sand failure of oil production wells

UDC 622.276

Author:

Vladislav N. Mamaev — technologist¹; VNMamaev@udmurtneft.ru

Askar R. Mavzutov — manager²

Arkady R. Apshtein — chief designer²

Yan R. Safarov — general director³

¹Udmurtneft, Izhevsk, Russian Federation

²PCG BK LLC, Ufa, Russian Federation

³Novye tekhnologii, SPA, Ufa, Russian Federation

Abstract

The most part of world's hydrocarbons recourses located in production reservoirs that are prone to damage by sand failure during production. The production of their reservoirs is executing longer than expected and continuation of extraction can be cause of layouts softening. So oil companies are interesting in economically effectiveness methods and devices to preventing the sand failure of oil production wells.

Materials and methods

The solution of these problems is based on analysis of chosen object structure

(production wells). Methods of mathematical statistics, underground and piped hydraulics are used in theoretical analysis. Theoretical data is proved by bunch trial in condition of specialized laboratory in the Gubkin Russian State Oil and Gas University. Obtained data is systematized by application the developed devices in maintenance of production wells.

Results

In paper were find ways of improvement technology and technical devices to prevention damaging of pump system by contamination (as sand, crag, proppant). The improving qualities are increased the filtration surface per unit area, mechanical

reliability, compaction, packer-free device and maintenance ability.

Conclusions

In the present day industry experts pay more attention to the sand failure issue. Production of current reservoirs makes sense in present day taking account considerable reduction of oil price and decrease number of new major oil fields. Recovery of heavy oil is considered today as main source of addition to reserves.

Keywords

well, ingress of sand, filter, contamination, clogging, filtering defree

References

1. Emel'yanov D. V. *Problemy s vynosom mekhanicheskikh primesey i puti resheniya pri ekspluatatsii na mestorozhdeniyakh* ОАО «Udmurtneft'» [Contamination problem and solution on "Udmurtneft" fields]. *Inzhenernaya praktika*, 2010, issue 2, pp. 49–55.
2. Kamaletdinov R. S., Lazarev A. *Obzor sushchestvuyushchikh metodov bor'by s mekhprimesyami* [Review of current methods to solution contamination problem]. *Inzhenernaya praktika*, 2010, issue 2, pp. 6–13.
3. Melik-Aslanov L.S., Vezirov A.R. *Problema peska pri dobyche nefi* [Sand problem during oil production]. *Azerbaijdzhskoe neftyanoe khozyaystvo*, 1981, issue Sh 9, pp. 25–28.
4. Nagovitsyn E.A. *Oborudovanie dlya snizheniya vliyaniya mekhanicheskikh primesey pri dobyche nefi mekhanizirovannym sposobom* [Equipment to reducing the solids during mechanical oil production]. *Inzhenernaya praktika*, 2010, issue 2, pp. 90–96.
5. Patent 2146759. *Sposob sozdaniya skvazhinnogo graviynogo fil'tra* № 99107596/03. [Creation method of downhole gravel-packed filter № 99107596/03]. Priority from 21.04.1999. Published 20.03.2000. МПК7 Е 21 В 43/04.
6. Topol'nikov A.S., Litvinenko K.V. *Kompleksnyy podkhod k proektirovaniyu sistemy mekhanizirovannoy dobychi nefi v usloviyakh vynosa mekhprimesey* [Complex design of design system of mechanical oil production in contamination condition]. *Inzhenernaya praktika*, 2010, issue 2, pp. 84–89.
7. Epshteyn A.R., Mavzyutov A.R., Bashkin O.V. *Fil'tr skvazhinnyy dlya shtangovykh glubinnykh nasosov* [Well's filter for bottom-hole pump]. Materials of International research and practice conference. Ufa, 2014, pp. 184–186.
8. Useful model patent №103842 *Fil'tr skvazhinnyy* [Filter for bottom-hole pump].
9. Useful model patent №138070 *Fil'tr skvazhinnyy* [Filter for bottom-hole pump].