

УДК 622.23.05

Колмаков Егор Андреевич, аспирант
(ФГАОУ ВПО «СФУ», г. Красноярск)
Kolmakov Egor Andreevich, Postgraduate student
(FGAOU VPO "SFU", Krasnoyarsk)

Зеньков Игорь Владимирович, проф., д.т.н.
(СКТБ «Наука» КНЦ СО РАН, г. Красноярск)
Zenkov Igor Vladimirovich, prof., doctor of engineering sciences.
(SKTB "Nauka" KNC SO RAN, Krasnoyarsk)

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ФИЛЬТРОВ В СОСТАВЕ УЭЦН

PERSPECTIVE FILTER DESIGNS IN THE COMPOSITION OF THE ESP

Аннотация

В статье проанализированы используемые в составе установок электроцентробежного насоса (УЭЦН) конструкции фильтров, используемые на нефтегазовых месторождениях РФ. Описываются достоинства и недостатки применяемых конструкций, обосновывается необходимость совершенствования применяемых конструкций.

Annotation

In this article analyzes filters constructions using in composition of electrical submersible pumps (ESP), used at oil and gas fields in Russia. Describes the advantages and disadvantages of used filters designs, substantiation, indicates need to improve the structures used. Substantiates the necessity of improving the applied designs.

Добыча углеводородных ресурсов на территории РФ является ключевой отраслью экономики, наиважнейший из которых является добыча нефти и газа. В основных нефтегазодобывающих регионах страны добыча углеводородов ведется в осложненных условиях. Большинство нефтегазовых скважин в нашей стране эксплуатируется механизированным способом, наиболее эффективным из которых, в условиях обеспечения высоких дебитов является использование установок электроцентробежного насоса (УЭЦН), так как УЭЦН конструктивно приспособлены к высоким дебитам. На сегодняшний день производители такого оборудования представляют широкий ассортимент данных установок, от дорогих зарубежных, до установок отечественного производства, способных на равных конкурировать с зарубежными аналогами.

Согласно собранной статистике [1], в при эксплуатации скважин при помощи УЭЦН в регионах центральной и западной Сибири, имеет место ряд осложнений, процентное соотношение которых может варьироваться в зависимости от местонахождения месторождения и условий эксплуатации. Наиболее часто встречающиеся осложнения:

- засорение рабочих органов насоса механическими примесями;
- солеотложения на рабочих органах насоса;
- геолого-технические мероприятия (ГТМ);
- выработка ресурса;
- прочее.

Наиболее распространенной причиной выхода из строя погружных электроцентробежных насосов, согласно статистики (Рис. 1), является пескопроявление, или же, попадание других твердых примесей непосредственно в рабочую часть установки - насос, что неизбежно ведет к абразивному износу центробежных колес и стенок насоса, а, следовательно, к срыву подачи, возникновению вибрации и быстрому выведению из строя установки.



Рис. 1. Причины отказов УЭЦН в ОАО «НГК «Славнефть»

Твердые примеси, содержащиеся в скважине, представляют собой продукты коррозии оборудования, частицы пласта, и другие материалы, попавшие в скважину в результате ГТМ, а также прочее объекты, попавшие в скважину с поверхности.

Зачастую, современные технологичные износостойкие погружные центробежные насосы могут прослужить больше обычных насосов не износостойкого исполнения, но не все добывающие компании готовы на их покупку, так как цены на них могут достигать цены нескольких обычных

УЭЦН. Но даже в таком случае необходимо предпринимать дополнительные меры для ограничения попадания механических примесей в насос установки, так как в УЭЦН не износостойкого исполнения допускается концентрация взвешенных частиц (КВЧ) до 0,2-0,5 г/л, а в УЭЦН износостойкого исполнения этот лимит, как правило, составляет до 1,5 г/л.

С попаданием механических примесей на прием насоса можно бороться различными техническими средствами. Для достижения наиболее высоких технико-экономических показателей при эксплуатации механизированного фонда скважин, в условиях выноса твердых включений, находящихся в пластовой жидкости во взвешенном состоянии, в составе компоновки УЭЦН применяются фильтры, установленные на приеме насоса, либо десендеры. Применение десендеров зачастую является экономически нецелесообразным, так как их стоимость превышает стоимость фильтров; также, при использовании сепаратора механических примесей, существует большая вероятность попадания мелкодисперсных частиц в насос, что, соответственно может привести к вибрации, эрозионному износу насоса, а также увеличению вероятности его заклинивания.

В настоящих условиях, когда цены на нефть остаются достаточно низкими по сравнению с предыдущими периодами, нефтегазодобывающие компании стараются сократить издержки при добыче нефти. В такой ситуации, нефтегазодобывающих компаний стараются по мере возможности приобретать оборудование отечественного производства, стоимость которого зачастую ниже стоимости зарубежного оборудования, но сопоставимо с ним по качеству. В линейке фильтров отечественных производителей имеются как «классические» конструкции фильтров, так и современные инновационные. Однако многие из этих конструкций мало чем отличаются друг от друга, тогда наиболее весомым аргументом выбора фильтра определенной конструкции становится его стоимость.

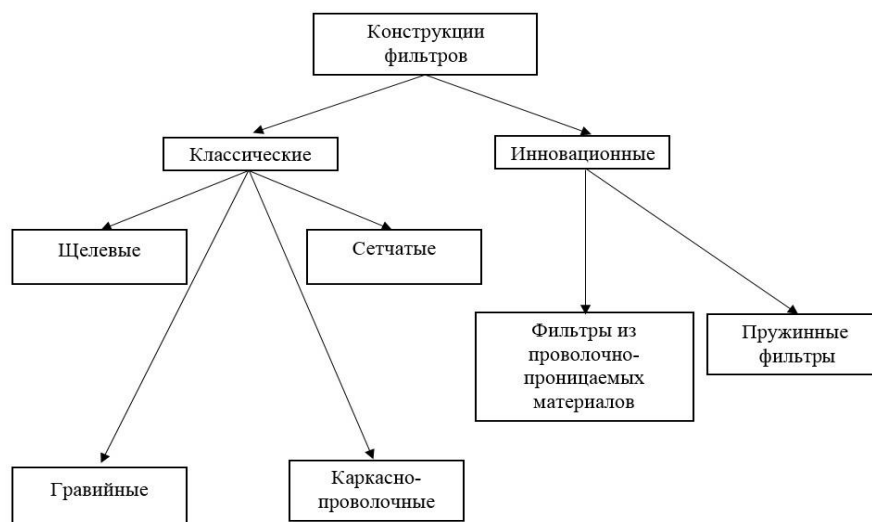


Рис 2. Существующие конструкции фильтров

«Классические» конструкции фильтров используют в механизированном фонде скважин достаточно долго, однако за это время такие конструкции фильтров не претерпели серьезных изменений. Одними из первых начали использовать щелевые фильтры, они же трубчатые, которые имеют наиболее простую конструкцию, зачастую представляющую собой перфорированную трубу определенного диаметра. Перфорация в таких фильтрах обычно является круглой или щелевой. В обоих случаях применение щелевых фильтров ограничено в связи с трудностями изготовления отверстий в соответствии с размерами твердых примесей. Однако трубчатые фильтры с круглой перфорацией возможно применять в скважинах с содержанием крупных частиц, например, щебня и гальки размерами от 20 до 100 мм или же при обработке пластовых месторождений с использованием гравийной обсыпки в призабойной зоне пласта (ПЗП). Трубчатые фильтры с щелевой перфорацией имеют гораздо большее применение. Щели могут располагаться вертикально, горизонтально или же в шахматном порядке. Щелевые фильтры применяются в тех случаях, когда нет необходимости применения дорогостоящих фильтров с высокой степенью фильтрации мелкодисперсных частиц.

Недостатки: 1) самый низкий параметр скважности относительно других рассматриваемых конструкций фильтров; 2) в связи с сложным изготовлением щелей, из-за брака (скошенные кромки) последние становятся восприимчивыми к гораздо более быстрой коррозии/эрозии, а, следовательно, это приводит к закупориванию фильтра; 3) невозможность изготовления фильтра с щелями менее 0,3 мм.

Преимущества: 1) низкая начальная стоимость.

Благодаря своим фильтрационным свойствам, сетчатые фильтры нашли наибольшее применение на месторождениях РФ, так как подавляющее большинство выносимых твердых примесей зачастую имеет размер от 0,1 до 0,3 мм. Новые модели данного типа фильтров могут обеспечивать фильтрацию частиц до 0,05 мм. Наиболее рациональным использованием сетчатых фильтров является их применение в скважинах с большим содержанием среднезернистого песка, с размерами частиц 0,25-0,5 мм, а также мелкозернистого, с размерами частиц от 0,1 до 0,25 мм. В таких случаях в качестве фильтрующего элемента (ФЭ) оптимальным решением является применение сетки галунной конфигурации. К недостаткам следует отнести невозможность фильтрации мелкодисперсных фракций песка размером от 10 до 30 мкм.

Проволочные модуль-фильтры в составе УЭЦН наиболее популярное решение на сегодняшний день. Данный тип фильтров применим в пластах полускальных неустойчивых, щебенистых и галечниковых породах с преобладающим размером механических включений щебня и гальки от 20 до 100 мм, а также в породах с большим содержанием гравия и гравелистого песка с размером частиц от 1 до 10 мм. Наиболее рациональным яв-

ляется применение треугольных профилей проволоки, когда одна из вершин направлена внутрь фильтра, а две другие находятся на его внешней стороне. Это позволяет избежать цементации таких щелей и уплотнения породы, а наоборот, стимулирует вынос частиц, меньших по размеру щели, и очищение профильтрованной зоны от шлама, мелких фракций и кольматантов.

Недостатки: 1) возможность разворачивания проволочной рубашки от основной трубы при попытке запуска насосной установки или в момент СПО; 2) малые размеры зазоров между проволокой приводят к уменьшению площади входящего притока и к увеличению риска закупоривания.

Преимущества: 1) оптимальные показатели фильтрации в условиях содержания крупнозернистых пески с преобладающей крупностью частиц 1–2 мм (более 50 % по массе).

Гравийные фильтры делятся на два типа: подвесные и намывные. Подвесные гравийные фильтры представляют собой цельную конструкцию с запрессованной внутри корпуса гравийной набивкой, зачастую обработанной эпоксидной смолой. Подвесные фильтры полностью изготавливаются на поверхности. Эти фильтры представляют собой запрессованный обработанный гравий между входным модулем или фильтром УЭЦН и продуктивным интервалом, под давлением выше пластового [2].

Наиболее рациональным применением гравийных фильтров является их применение в среднезернистых и в мелкозернистых песках, так как в таких условиях эксплуатации данный тип фильтров наиболее эффективен. В породах с преобладанием среднезернистого песка и других крупнодисперсных частиц использование такой конфигурации фильтров является целесообразным, но, как показывает практика, экономически невыгодным. Лучшим же способом применения таких конструкций, является применение гравийных фильтров в мелкозернистых песках, по причине того, что они обеспечивают как хорошую пропускную способность пластового флюида, так и фильтрацию мелкодисперсных частиц.

Недостатки: 1) наиболее высокая цену по сравнению с другими конструкциями; 2) - ограничение притока из пласта вызванное закупориванием мелкими частицами, способно вызвать кольматацию фильтрующей зоны (отложение глины, окислов железа, выпадение солей при несовместимости водных растворов) [3].

Преимущества: 1) является возможность использовать их при большой неоднородности механических примесей.

Новые инновационные отечественные конструкции стали появляться с 2009 года и уже заняли свою нишу.

Фильтры, ФЭ которых сделан из проволочно-проницаемых материалов (ППМ) были представлены в 2009 году компанией «Реам-РТИ» [4]. ППМ представляет собой деформированную по спирали сплетенную проволоку, образующую открыто-пористую упругую систему. Тонкость

фильтрации может достигать 30 мкм, такой показатель является актуальным для многих регионов РФ. ФЭ из ППМ выполнены в виде колец, которые закреплены в каркасе. Данная конструкция обладает высокой регенеративной способностью при применении обратной промывки фильтра, не является чувствительной к ударным нагрузкам, в виду высокой упругости материала, а также обладает повышенной скваженностью, что позволяет сократить общую длину изделия. Минусы у таких фильтров тоже имеются: возможно смятие защитных колец, удерживающих ППМ, а также, ухудшение притока в насос в условиях большого содержания мелкодисперсных частиц песка и глины при наработке фильтра более 180 суток [5].

При рассмотрении всех конструкций в целом, все они имеют общие недостатки:

- невозможность регенерации фильтра в процессе эксплуатации;
- фильтры являются неремонтопригодными;
- механические примеси не удаляются из скважины, а лишь задерживаются фильтром, что способствует ограничению притока из скважины.

Наиболее перспективными в плане исследования и внесения конструктивных улучшений, с учетом всех рассмотренных преимуществ и недостатков, являются сетчатые, гравийные конструкции, а также фильтры с ФЭ из ППМ. Ключевыми направлениями в совершенствовании конструкций фильтров являются:

- применение современных полимерных материалов в качестве ФЭ;
- реализация регенерации фильтра без остановки добычи;
- удешевление конструкций, для достижения более высокого экономического эффекта.

Таким образом, каждая конструкция фильтров имеет определенные оптимальные условия эксплуатации, ряд достоинств и недостатков, но не одна из них не является универсальной. В сложных эксплуатационных условиях, таких как непредвиденный вынос механических частиц неуточненного гранулометрического состава в результате ГТМ или при выполнении других операций, большинство конструкций фильтров будут неспособны задержать эти примеси. Именно по этому конструкции фильтров нуждаются в более глубоком изучении для их дальнейшего совершенствования.

Список литературы

1. Мельниченко В.Е. Славнефть: анализ работы мехфонда скважин / Мельниченко В.Е. - Нефтегазовая вертикаль. 2011. № 11. С.48
2. Сьюмен Д. Справочник по контролю и борьбе с пескопроявлениями в скважинах / Сьюмен Д., Эллис Р., Снайдер Р - Пер. с англ. М.: Недра, 1986. С. 86-88
3. Сабиров А.А. О возможности использования десендеров в борьбе с песком. / Сабиров А.А., Соколов Н.Н. и другие. - Территория нефтегаз. №3. С.74-76
4. Николаев В.В. Погружные фильтры из ППМ: анализ эксплуатации. / Николаев В.В. - Нефтегазовая вертикаль. 2011. №13-14. С. 124-125
5. Кирпичев Ю.В. Фильтрующие перегородки из ППМ- новые возможности защиты оборудования от песка и проппанта. / Кирпичев Ю.В. Сабиров А.А. Режим доступа: <http://www.stpi.ru/images/pdf/>