

СРЕДСТВА И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ПЕСКОПРОЯВЛЕНИЕМ СКВАЖИН

С.Н Сонаев - ассистент ТГТУ

Ш.М Ашууров - ассистент ТГТУ

Н.Н Маматова - ассистент ТГТУ

Аннотация

В этой статье представлена информация о методах устранения сложных песчаных пробок, а также о классических и современных способах достижения чистоты дна скважины для создания правильного режима работы в сооружениях.

Ключевые слова: забой скважин, песчаные пробки, промывка забоя скважин, тухнологические процессы, психоактивные вещества (ПАВ), насосная компрессорная труба, колтюбинг, гибкая труба.

Известно, что появление песка на забое газовых и газоконденсатных скважин обусловлено различными причинами, связанными в основном с механическими свойствами продуктивного пласта. При падении пластового давления в процессе разработки месторождений природного газа и газового конденсата происходит подъем газовой контактной поверхности (ГВК) и связанное с этим интенсивное обводнение газовых и газоконденсатных скважин. Движение пластовых вод из продуктивного пласта к забою газовой или газоконденсатной скважины влечет за собой ускорение процессов разрушения продуктивного пласта и выноса песка на забой скважины, образования там песчаной пробки, которая перекрывает интервал перфорации скважины и препятствует движению газа или газового конденсата на дневную поверхность вплоть до полного прекращения добычи углеводородного сырья.

В настоящее время в нефтегазопромысловых скважинах для борьбы с выносом песка из скважин применяют два метода, в частности, *механические* и *химические*.

Механические способы предотвращения разрушения продуктивного пласта основываются на экранировании зоны разрушения за счёт установки в скважине различного рода фильтров или их образования в призабойной зоне путём намывки.

Химические способы предотвращения разрушения продуктивного пласта основываются на закачке в продуктивный пласт химических реагентов обладающих цементирующими свойствами, в результате чего происходит искусственное закрепление рыхлых песков в призабойной зоне.

Механические способы целесообразно использовать в следующих случаях:

- скважины имеют очень плотную перфорацию;
- коллектор в основном сложен глинизированными песками;
- колонна вблизи или по всему продуктивному интервалу находится в плохом состоянии;
- некачественное цементирование колонны;
- невысокие забойные давления;
- незначительные остаточные запасы природных углеводородов, и как следствие нецелесообразность применения химических методов крепления.

Химические способы целесообразно использовать в следующих случаях:

- небольшой интервал перфорации (не превышает 3 м);
- отсутствие условий выноса песка с наличием каверн или зон глубокого раздренирования пластов;
- скважина расположена в зоне ограниченного выноса песка;
- песок хорошо отсортирован с хорошей вертикальной проницаемостью.

На рисунке 1 представлены принципиальные схемы борьбы с выносом песка из добывающих нефтяных и газовых скважин за счёт установки щелевых фильтров (рис.1 а, б), закачки химических реагентов (рис.1 в, г), схемы, приведенные на рисунке 5д и 5е, соответствуют исходному состоянию забоя скважины.

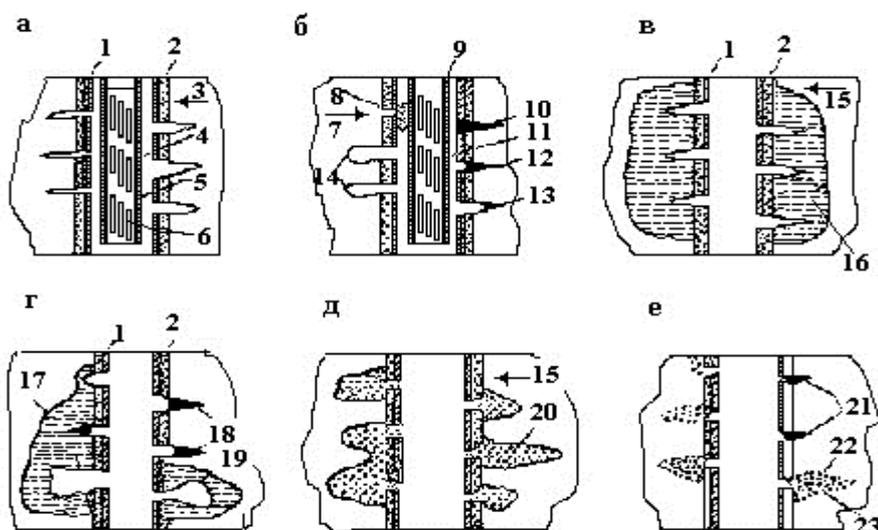


Рис.1. Принципиальные схемы борьбы с выносом песка:

1 - обсадная колонна; 2 - цементный камень; 3 - мелкозернистый песок; 4 - гравий или крупнозернистый песок, 5 - щелевой фильтр; 6 - прорезы или щели; 7 - перфорационное отверстие, забитое песком; 8 - пластовый песок; 9 - щелевой фильтр; 10 - каналы, забитые обломками перфорации; 11 - гравийная набивка;

12 - каналы, забитые глиной из бурового раствора, 13 - канал, конец которого забит пластовым песком; 14 - работающие каналы, 15 - рыхлый песок; 16 - пластовый песок, закрепленный химическим путём; 17 - канал, частично забитый во время обработки; 18 - забитые перфорационные каналы; 19 - работающая зона; 20 - предварительно приготовленный крупнозернистый песок; 21 - забитые каналы; 22 - высокопроницаемый песчаный фильтр; 23 - низкопроницаемая корка на поверхности фильтра

Рассмотрим некоторые способы механической борьбы с выносом песка.

Наибольшее распространение получили так называемые блочные скважинные фильтры следующих конструкций: проволочные, щелевые, подвесные гравийные, металлокерамические, многослойные песчаные и т.д. Проволочные, щелевые, подвесные гравийные фильтры наиболее распространены в промышленной практике из своей доступности и простоты. На рисунке б приведены распространенные щелевые фильтры, представляют собой трубу с горизонтальными или вертикальными прорезями. Размеры щелей и зазоры проволочной обмотки для забойных фильтров определяются по результатам ситового анализа пластового песка, и они должны быть в два раза больше диаметра зерен, масса которых составляет 10 % от всей массы песка.

Горизонтальное расположение щелей менее способствует деформация по вертикали, но при извлечении фильтра на поверхность снижается его прочность при натяге и при изгибах они подвержены большей деформации. Применение щелевых хвостовиков ограничено из-за меньшей фильтрационной поверхностью, коррозии и эрозии металла, поскольку изготавливаются обычно из низкоуглеродистой стали.

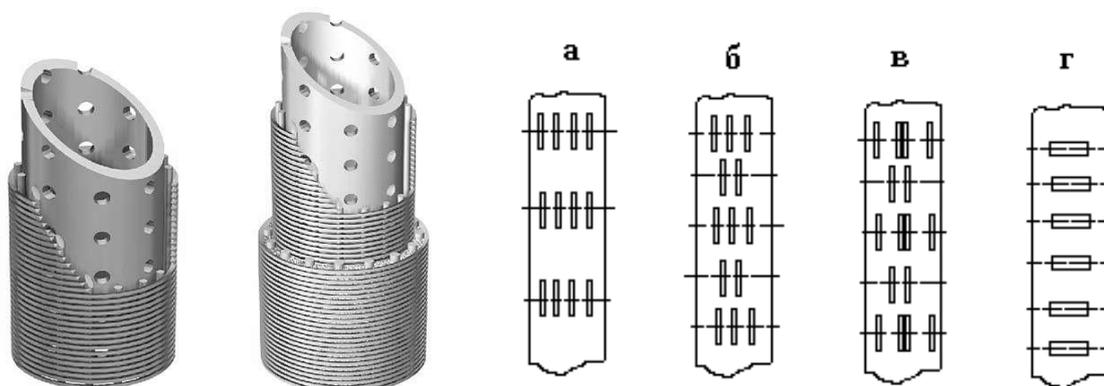


Рис.2. Фильтры с различным расположением

щелей:

а - неступенчатое; б - ступенчатое;

в - комплексное ступенчатое; г - горизонтальное

Устранение указанных выше недостатков достигается, например, применением проволочных фильтров с обмоткой по перфорированной трубе (см.

рисунок 3). Конструктивно фильтры могут быть выполнены желобковыми, ребристыми или полносварными.



Рис. 3. Фильтр с проволочной обмоткой

На фильтрах данной конструкции проволока укладывается по специально нарезанным в виде резьбы канавкам на теле перфорированной металлической трубы. Эта проволока изготавливается из прочного материала обладающего повышенной стойкостью к коррозионному и абразивному износу. При использовании проволочных фильтров с желобковым, ребристым или полносварным корпусом используется проволока меньшего диаметра. Фильтры указанной конструкции изготавливаются без намоточных канавок.

Подвесные гравийные фильтры конструктивно выполнены следующим образом. Такой фильтр состоит из внешнего и внутреннего щелевых каркасов и гравийной набивки. Основной их недостаток – невысокая прочность, быстрая закупорка фильтров глинистой коркой и т.п. Все вышеперечисленные фильтры монтируются на конце НКТ и устанавливаются напротив перфорированного интервала продуктивного пласта.

Рассмотрим ещё один способ борьбы с выносом песка из эксплуатационной скважины – это намыв гравийных фильтров. Сущность данной технологии заключается в том, что первоначально производят намыв гравийных фильтров внутри обсадной колонны или в открытом забое скважины с последующей установкой гравийно-щелевых фильтров.

Намыв гравийного фильтра внутри обсадной колонны проводят в два этапа:

На первом этапе в высокопроницаемый гравий задавливаются в перфорационные каналы через обсадные трубы и цементный камень, после этого на втором этапе гравий намывают в кольцевой зазор между обсадной колонной и спущенным в скважину перфорированным хвостовиком, или фильтром щелевого типа. Намыв гравия осуществляют до создания его резервного объёма над фильтром, т. е. до создания гравийного затвора. Закачка гравия осуществляется через НКТ с последующим уплотнением гравийной набивки за счёт создания повышенного давления и расхаживания колонны НКТ.

Оставшийся в стволе скважины излишек гравия вымывается и на забой спускается фильтр целевого или проволочного типа. При закачке гравия через НКТ с открытым концом под действием высокого давления находится вся обсадная колонна и в случае её низкого качества необходимо устанавливать пакер над интервалом перфорации.

Оборудование, необходимое для намыва гравия, состоит из башмака, фильтра для продуктивного интервала, надфильтровой трубы, сигнального фильтра, фонарей-центраторов, пакера для подвески фильтра, перепускного устройство (кроссовера) и промывочной трубы. Надфильтровая неперфорированная труба разделяет фильтр продуктивного пласта и сигнальный фильтр и предназначена для создания гравийного затвора. Сигнальный фильтр предназначен для ограничения высоты намыва гравия в кольцевом зазоре между обсадной колонной и фильтром продуктивного интервала. По мере заполнения зоны фильтра гравием давление закачки на поверхности возрастает, и жидкость поступает через сигнальный фильтр обратно, что свидетельствует о завершении процесса намыва гравия. Центраторы установленные на корпусе фильтра обеспечивают равномерную толщину гравийного слоя вокруг фильтра. Пакер смонтированный в верхней части оборудования для гравийного фильтра обеспечивает перекрестный намыв гравия через кроссовер и предохраняет гравийный затвор от размыва потоком жидкости в кольцевом зазоре между колонной и фильтром. В комплексе с посадочными ниппелями лифтовой колонны пакер может выполнять роль эксплуатационного пакера лифтовой колонны. Кроссовер предназначен для перекрестного намыва гравия и обеспечивает поступление сверху по рабочим трубам жидкости с гравием в затрубное пространство под пакер, а выходящую вверх из промывочной трубы чистую жидкость направлять в затрубное пространство над пакером. Промывочная труба установлена внутри фильтра, и позволяет осуществлять движение обрабатывающих жидкостей по всему интервалу перфорации. Очистка перфорационных каналов обычно производится прямой промывкой или импульсной обратной промывкой. Принципиальная схема намыва гравия в скважине приведена рисунке 4.

При реализации метода размыва гравия заданное количество гравия закачивается и осаждается на забое скважины. Далее опускают фильтр и хвостовик с промывочной трубой и циркуляционным башмаком и в ходе прямой промывки, фильтр спускается через размываемый гравий до заданной глубины (рис. 4, а). При реализации намыва гравия методом обратной циркуляции, первоначально на забой опускают фильтр с хвостовиком, в интервал перфорации и затем производят обратной циркуляцией намыв потребного количества гравия в кольцевом зазоре вплоть до сигнального фильтра (рис.4, б). Методом перекрестного намыва (рис. 4, в) завершается представленный процесс борьбы с выносом песка из скважины.

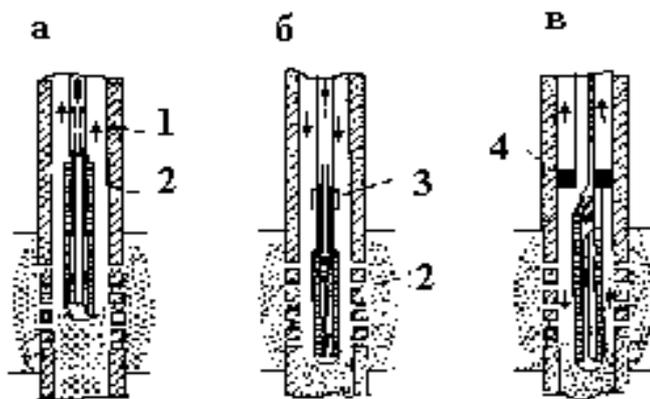


Рис.4. Принципиальные схемы намыва гравия:

*а - прямой размыв; б - обратная циркуляция; в - перекрестный намыв;
1 - промывочная труба; 2 - фильтр продуктивного интервала; 3 - сигнальный фильтр; 4 – пакерикроссовер*

Рассмотрим некоторые химические методы борьбы с выносом песка из скважины.

Сущность закачки песчано-жидкостных смесей заключается в том, что приготовленная на дневной поверхности смесь жидкости с химическим реагентом закачивается в скважину, образуя в интервале перфорации внутри ствола скважины и в призабойной зоне прочную проницаемую массу. После разбуривания образовавшейся в стволе скважины пробки из цементированного материала скважину можно ввести в эксплуатацию.

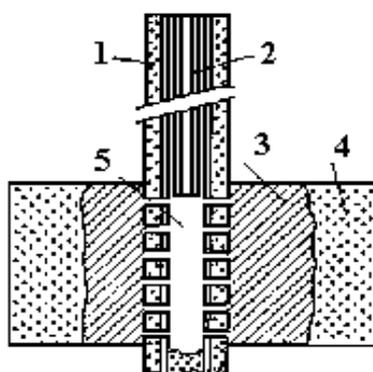


Рис.5. Схема укрепления призабойной зоны песчано-жидкостной смесью:

1 - цементное кольцо; 2 - лифтовые трубы; 3 - зацементированный песчаный пассив; 4 - несцементированный пласт; 5 - зона выбуривания из ствола скважины цементированного материала

В качестве песчано-жидкостной смеси используются:

- цементный раствор, составными элементами которого были тампонажный цемент и вода с водоцементным фактором, равным 0,5. Метод эффективен при значительном разрушении призабойной зоны и высоких темпах выноса песка, в сильно обводненных и высокодебитных скважинах;

- песчано-жидкие смеси на основе полимеризующихся смол с активатором (ускорителем реакции).

Рассмотрим укрепление призабойной зоны скважины с использованием смол различного типа. Наибольшее распространение в промышленной практике нашли фенолформальдегидные, эпоксидные и другие смолы, а также фенолспирты. Эти смолы имеют малую вязкость в жидком состоянии, что обеспечивает значительную глубину проникновения в пласт, разделяется в пористой среде на твердую и водяную фазы и хорошо смачивать песчаную поверхность. Смола, попадая в пласт, покрывает частицы песка и при затвердении их цементирует. Водная фаза, которая занимает поровое пространство, удаляется затем при освоении скважины. Рассмотрим технологию крепления призабойной зоны пласта с помощью составов эпоксидных соединений, включающих в себя эпоксидную смолу, растворитель и отвердитель. При закачке такой композиции в пласт протекает реакция отверждения, в результате чего первоначально образуется жидкая смола и далее при контакте с отвердителем возникает промежуточный продукт реакции. Последний менее растворим, чем сама смола, что в дальнейшем через некоторое время приводит к его выделению из раствора. Затем капли жидкой смолы укрупняются и осаждаются на зернах песка в поровом пространстве обрабатываемого интервала. Дальнейшее затверждение смолы ведет к упрочнению обработанного интервала, тем самым, закрепляя песок в призабойной зоне пласта. На рисунке 6 приведена принципиальная схема процесса закрепления призабойной зоны пласта с помощью смолы.

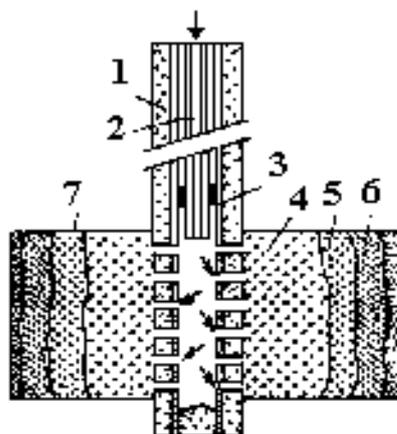


Рис.6. Схема укрепления смолой призабойной зоны пласта:

1 - цементное кольцо; 2 - продавочная жидкость для вытеснения химических реагентов из скважины; 3 - жидкость для вытеснения смолы в пласт; 4 - смолообразующий раствор, 5 - вторая жидкость для предварительной обработки; 6 - первая жидкость для предварительной обработки, 7 - продуктивный пласт

Процесс укрепления ПЗП с помощью смолы сводится к последовательной закачке буферных жидкостей с целью предварительной обработки пласта, смолообразующего раствора и жидкости для проталкивания смолы в глубь пласта

Порядок проведения процесса крепления призабойной зоны пласта следующий:

- глушение скважины;
- удаления песка из ствола скважины;
- спуск НКТ с пакером и хвостовиком;
- последовательное нагнетание на забой скважины компонентов через НКТ;
- нагнетание в ПЗП спирта для осушки пласта от связанной воды;
- нагнетание промежуточной (буферной) жидкости с целью изоляции смолы от спирта;
- нагнетание смолообразующего раствора и его задавка в пласт продавочным раствором;
- выдержка во времени для затвердевания смолы;
- освоение и ввод в эксплуатацию скважины.

Литературы

1. “Проблемы предотвращения пескообразования и удаления песчаных пробок в обводняющихся газовых скважинах” М.В. Листак, Тюменский государственный нефтегазовый университет. № 4–5 (037) Сентябрь / September 2011
2. [“Coiled Tubing Times -Issues of Sand Production Prevention and Removal of Sand Plugs in the Watering Out Gas Wells” - State-of-the-art oilfield service \(cttimes.org\)](http://cttimes.org)
3. Methods for organizing underground gas storage facilities and eliminating complex sand plugs in wells. S.Sh. Xabibullayev, A.I. Murodov, N.N. Mamatova, D.N. Mamatova. Technical science and innovation journal №1/2023 year
4. Muydinov M.M., Murodov A.I., Xabibullaev S.Sh., Abidov A.Sh. “ Xo’jaobod yer osti gaz inshooti quduqlarida murakkab qum tiqinlarini tozalashni takomillashtirish usullari” Texnika yulduzlari ilmiy jurnali Toshkent. -2021 y.
5. Internet resurslari. <https://neftegaz.ru/tech-library/burovye-ustanovki-i-ikh-uzly/141498-sposoby-likvidatsii-peschanykh-probok-v-skvazhinakh>.