

**АНАЛИЗ ДОСТОИНСТВ И НЕДОСТАТКОВ  
ИЗВЕСТНЫХ СЕПАРАТОРОВ.  
ВЫБОР НАИБОЛЕЕ РАБОТОСПОСОБНОГО СЕПАРАТОРА  
ДЛЯ ВАНКОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**Ледков А.О.**

**Научный руководитель – Кондрашов П.М.  
Сибирский Федеральный Университет, г. Красноярск**

Ванкорское месторождение одно из крупнейших месторождений углеводородов в России, оно имеет стратегическое значение для государства. В настоящее время, извлекаемые запасы которого оцениваются в 520 млн. т. нефти и 95 млрд. м<sup>3</sup> газа. Месторождение находится в северо-восточной части Западно-Сибирской плиты. Его основные запасы сосредоточены в продуктивных пластах Як3-7 и Нх3-4, каждый из которых имеет газовую шапку и подошвенную воду. Средняя эффективная нефтенасыщенная толщина интервалов составляет около 22 м для пласта Як3-7 и 14 м для пласта Нх3-4. Основные продуктивные горизонты имеют песчаный состав и приурочены к нижнемеловым отложениям нижнехетской (верхний берриас – нижний валанжин) и яковлевской (средний апт – средний альб) свит. В песчаниках выделяются 3 основные группы обломков: 1. преобладают обломки кварца (63-84%), преимущественно однородно погасающего, 2. полевых шпатов (3-17%) с высокой долей (до 2/3) калиевых, 3. обломки пород (13-22%): метаморфических и в резко подчиненных количествах – вулканических и осадочных.

Разработка Ванкорского нефтяного месторождения ведется горизонтальными скважинами с длиной горизонтального участка около 1000 м. Для повышения продуктивности, снижения затрат и риска горизонтальные скважины часто заканчивают без обсадной колонны в продуктивных интервалах, из-за чего возникает вынос в нее породы.

Возможны два варианта фильтрации: отделение песка от нефти на поверхности и внутри скважины. Как первый, так и второй методы отделения нефти от песка применяются на различных нефтяных месторождениях. Промысловый опыт добычи углеводородов показывает, что рациональный путь борьбы с выносом песка – это установка фильтров. Основные преимущества при применении скважинных фильтров.

1. Улучшение качества добываемого продукта.
2. Продление срока службы скважинного оборудования за счет предотвращения выноса песка и прочих твердых фракций.
3. Снижение износа насосно-компрессорных труб.

По данным журнала Роснефть «Научно-технический вестник» в скважинах Ванкорского месторождения используют противопесочные фильтры, что позволяет обеспечить более высокие дебиты нефти примерно в первые 500 суток. Однако затем из-за более позднего прорыва газа и воды по высокопроницаемому прослою скважина дольше работает с более высоким дебитом нефти, более низкими дебитами газа и воды.

В настоящее время разработано множество видов скважинных фильтров, но наибольшее распространение получили каркасно-стержневая, кольчатая и перфорационная конструкции. Каждая из перечисленных конструкций требует свой индивидуальный подход для точного расчета фильтрационного потока к скважине.

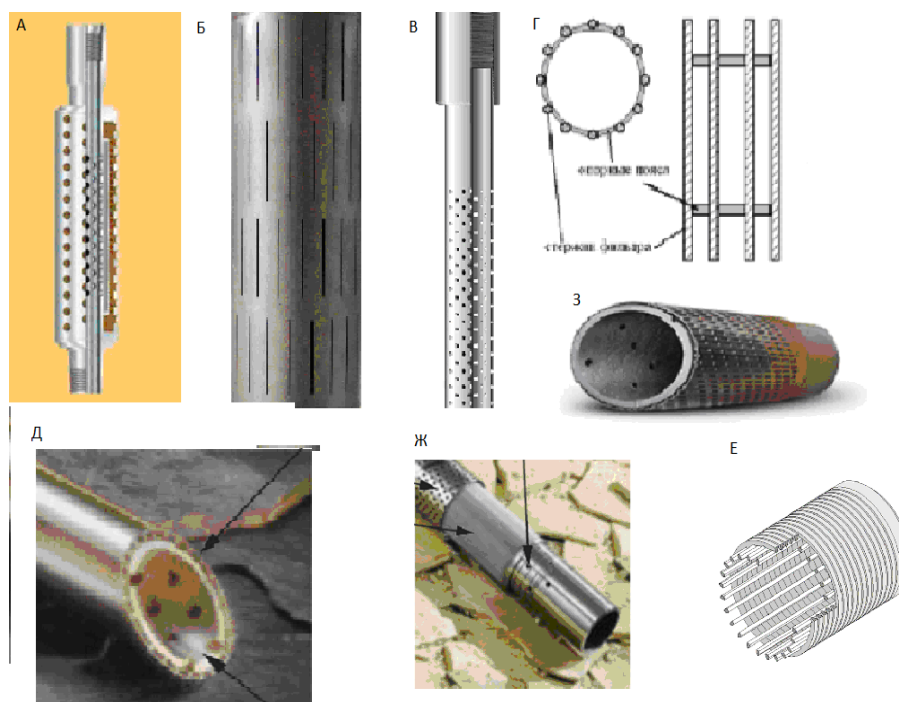


Рис. 1. Скважинные фильтры

А- гравийный фильтр; Б- щелевой фильтр; В – перфорированный фильтр; Г – схема каркасно-стержневого фильтра; Д- проволочный скважинный фильтр ; Ж- сетчатый скважинный фильтр; 3- щелевой фильтр; Е – фильтр с опорным элементом.

Основными параметрами фильтра, определяющими размер выносимых частиц, являются, при прочих равных условиях, размер и форма фильтрационных отверстий, и геометрия элементов фильтрующей оболочки. Размеры проходных отверстий зависят от фракционного состава песка и формы отверстий фильтра. По А.М. Пирвердян, лучшими являются сетчатые фильтры размером ячеек 0,25x1,56 мм.

Анализ работы противопесочных фильтров, отечественных и зарубежных разработок, показал, что он должен удовлетворять следующим требованиям:

1. обладать необходимой механической прочностью и достаточной устойчивостью против коррозии и эрозионного воздействия;
2. обеспечить создание надежной гидродинамической связи с пластом и суффозийную устойчивость пород в призабойной зоне;
3. позволять проводить механическую и химическую очистку фильтра без извлечения его из скважины;

Щелевой фильтр, за счет своей универсальной конструкции, может эксплуатироваться в составе установок любых производителей. Он имеет относительно низкую первоначальную стоимость, но он обладает некоторыми недостатками при эксплуатации. По сравнению с проволочными фильтрами у щелевых фильтров сравнительно малая входная площадь. Поскольку трубы щелевых фильтров выполнены обычно из ма-

лоуглеродистой стали, то они могут подвергаться воздействию коррозии и эрозии. Фильтры с горизонтально нарезанными щелями меньше способны сужаться или расширяться при захвате ловильными инструментами во время извлечения их из скважины, но они недостаточно прочны на растяжение. При изгибе они могут увеличивать или уменьшать ширину щелей соответственно на выпуклой и вогнутой сторонах дуги.

Щелевой фильтр устойчиво работает в скважинах с повышенным содержанием механических примесей, не позволяет оседать твёрдым частицам на поверхности фильтра, благодаря этому увеличивается ресурс работы. За счет специального профиля проволоки, возможно, частичное самоочищение поверхности фильтрующих элементов, а так же облегченная очистка щелевых решеток способом обратной промывки.

Сетчатые противопесочные фильтры применяются в скважинах с открытым забоем. При изготовлении сетчатых фильтров используют сетки из нержавеющей, химически стойкой стали. Дренажные сетки обеспечивают равномерное распределение жидкости или газа по всей поверхности стали.

В мировой практике производства фильтров наметилась четкая тенденция замены многообразных конструкций на каркасы с проволочной обмоткой. Среди проволочных фильтров различают фильтры, в которых проволока намотана непосредственно на трубу, на желобчатый корпус, на подкладные ребра и фильтры с точечной сваркой по всем контактам. Проволочные фильтры меньше подвержены коррозии и эрозии по сравнению со щелевыми фильтрами, имеют более высокую пропускную способность, однако проволочные фильтры стоят дороже щелевых. Наиболее эффективными считаются каркасные фильтры с горизонтальными щелями, у которых меньше сопротивление и влияние интерференции отверстий.

В настоящее время широко применяются в отечественной и зарубежной практике гравийные фильтры они наиболее перспективны и характеризуются следующими преимуществами:

1. Высокая проницаемость гравия в сравнении с песком продуктивного пласта, отсутствие тупиковых опор;
2. Неограниченная поверхность фильтрации и любая форма заполнения гравием каверны;
3. Малый градиент гидравлического сопротивления по толщине фильтра и низкая интенсивность кольматационных процессов;
4. Малое сопротивление каркаса фильтра вследствие возможного увеличения размеров отверстий в 6-10 раз;
5. Простота конструкции, равномерные свойства по длине и толщине, равномерный приток по длине фильтра.

Общий недостаток щелевых и подвесных гравийных фильтров – снижение продуктивности скважин (из-за образования непроницаемого массива между фильтром и стенкой скважины) и сложность извлечения фильтров на поверхность.

Одним из методов борьбы с выносом песка является применение металлокерамических фильтров, которые получают методами порошковой металлургии и обладают способностью задерживать твердые частицы любого наперед заданного размера. Однако фильтры с пористой средой подвержены кольматации глинистыми частицами при спуске в скважину и во время эксплуатации, выдерживают незначительные (0,8..2.0 МПа), перепады давления, отсутствует контакт между фильтром и породой пласта.

В.А. Толпаев в работе «Математические модели скважинных фильтров» доказывает с помощью математического анализа, что скважность и размер фильтра прямо пропорционально влияют на удельный дебит. При увеличении скважности прочность фильтра уменьшается, поэтому необходимо выбрать такую скважность, при которой

фильтр имеет достаточно большую пропускную способность и обладает необходимой прочностью. По его расчетам для каркасно-стержневого фильтра дебит приближается к максимальным значениям, при скважности 50%. Кольчатые и перфорационные фильтры применяют со скважностью от 20% до 30% и 20% до 25% соответственно. На практике рекомендуется использовать фильтры перфорационной конструкции. Для данной конструкции характерна высокая пропускная способность при малой скважности, что позволяет обеспечить фильтру необходимые прочностные качества. Сетчатые и проволочные фильтры быстро разрушаются агрессивными пластовыми водами. Перфорационные и гравийные фильтры считают более надежными. Наиболее эффективным и перспективным механическим способом предотвращения пескопроявлений является создание гравийных фильтров в процессе заканчивания скважин бурением.

Можно сделать следующие рекомендации по выбору фильтра.

При подборе противопесочных фильтров для скважин с обсаженным стволом необходимо ориентироваться не только на фракционный состав пластового песка с целью определения оптимального размера щели, но и также для формирования естественной набивки из пластового песка с высокой проницаемостью в системе пласт – перфоканал требуется учитывать и значение кольцевого зазора между фильтром и обсадной колонной.

Сравнительный анализ проволочных фильтров с круглым и трапецеидальным профилем фильтрующей обмотки показал, что гидродинамические параметры лучше у фильтров с круглым сечением проволоки, а пескоудерживающие характеристики, в том числе сводообразование, у фильтров с трапецеидальным профилем проволоки.

Противопесочные фильтры с титановыми фильтроэлементами показали хорошие результаты в условиях, имитирующих пласты с содержанием глинистых частиц не более 10%.

Фильтры с элементами из металлорезины рекомендованы к использованию в паронагнетательных скважинах и при пароциклической обработке скважины.

Применительно для Ванкорского месторождения, с учетом горизонтального профиля скважин и залегающих пород, можно выделить наиболее лучшие типы скважинных фильтров: перфорационный, щелевой и сетчатый. При спуске фильтра в горизонтальную скважину необходимо обеспечить его устойчивость на смятие при аномальных давлениях, сохранность формы фильтра, т.к. это влияет на качество фильтрации пласта. Перфорационные фильтры соответствуют этим требованиям и используются с применением различных улучшающих качество фильтрации технологий. Для применения сетчатых и щелевых фильтров в подобных скважинах необходимо использовать специальные конструкции фильтров с выступающими «ребрами», которые прикреплены к корпусу фильтра. На практике используются фильтры различного конструкторского исполнения, которые состоят их перфорационных труб (отверстия, выполнены в виде щелей, конусных трапецеидальных отверстий) на которые намотана проволока (может быть различного сечения) и обернутые сеткой.