

Маракулин Д.А.

Студент

2 курс, Отделение геологии

Национальный исследовательский Томский политехнический

университет

Россия, г. Томск

ОЦЕНКА ПРИЧИН РАЗРУШЕНИЯ ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА СЕНОМАНСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Аннотация: Проблема эксплуатации скважин в неустойчивых коллекторах возникла одновременно с началом промышленной добычи нефти и газа. Уже в первых скважинах наблюдалось значительное количество песка. Причины пескопроявления рассмотрены в многочисленных публикациях и монографиях. Как известно, вынос песка относится к числу распространенных техногенных последствий эксплуатации газовых месторождений. В статье рассмотрены основные причины пескопроявления и разрушения призабойной зоны пласта.

Ключевые слова: *пескопроявление, призабойная зона пласта, давление, депрессия, флюид, износ оборудования.*

Abstract: *The problem of operation of wells in unstable reservoirs arose simultaneously with the beginning of industrial production of oil and gas. Already in the first wells there was a significant amount of sand. The reasons of sand manifestation are considered in numerous publications and monographs. As you know, the removal of sand is one of the common man-made consequences of the operation of gas fields.*

***Keywords:** sand formation, bottom-hole formation zone, pressure, depression, fluid, equipment wear.*

Промысловые данные, а также результаты физического и математического моделирования позволяют предположить несколько сценариев развития пескопроявления [1]. Объединяя их, можно получить сценарий, включающий следующую последовательность событий.

Продуктивный пласт состоит из твердой пористой матрицы, насыщающих ее флюидов, и свободных мелких частиц породы, располагающихся на стенках пор. В процессе бурения скважины и цементирования эксплуатационной колонны равновесие системы в окрестности ствола нарушается. Происходит механическое разрушение породы, изменяется напряженное состояние, в пласт проникает фильтрат бурового и цементного растворов, а также содержащиеся в них во взвешенном состоянии твердые частицы. В результате, в некоторой окрестности скважины изменяются прочностные и фильтрационные свойства пористой матрицы, состав насыщающих флюидов, концентрация и состав взвешенных частиц. Возникает так называемая зона ухудшенных свойств. При перфорировании происходят дополнительные изменения системы, среди которых следует выделить формирование перфорационных каналов, окруженных слоем уплотнившихся пород пониженной проницаемости.

Отбор сопровождается изменениями порового давления и горных напряжений в пласте. Причем, в межскважинном пространстве фильтрационные нагрузки, вызванные движением флюидов по наиболее продуктивным пропласткам, не велики и основное влияние оказывает изменение давления в порах и перепады давления между высоко- и низкопроницаемыми разностями. Если при этом в отдельных пропластках достигается предел упругости, то составляющий их материал начинает переходить в пластическое состояние с необратимым постепенным накоплением пластических деформаций. В принципе, в силу ограниченности

перемещений, порода в основной межскважинной части пласта через некоторое число циклов перейдет, претерпев упрочнение, в новое упругое состояние, отличающееся от начального.

Основные изменения происходят в окрестности скважин. Здесь наблюдаются наиболее сильные изменения напряженного состояния пород. Причем на границе с перфорационными кавернами перемещения породы не ограничены и при определенных условиях возможно нарушение ее целостности и вынос из пласта. Именно в окрестности скважин наблюдаются максимальные скорости фильтрации и, следовательно, максимальна вероятность перемещений взвеси свободных твердых частиц, концентрация которых может увеличиваться из-за отрыва частиц от матрицы и их перехода в подвижное состояние. Этому способствует ослабление цементных связей между зернами и разбухание глинистых частиц вследствие изменения влагосодержания. Скопление частиц в отдельных местах порового пространства приводит к уменьшению проницаемости и увеличению фильтрационных нагрузок на матрицу. В пограничных с каверной слоях, достигаются наибольшие отклонения от линейного закона фильтрации, что способствует концентрации напряжений, отрыву частиц и переходу пород в пластическое состояние. Вынос частиц приводит к росту каверн и уменьшению нагрузок. Однако, при определенных условиях, свод каверны может потерять устойчивость и тогда произойдет разрушение некоторого объема песчаника. Образовавшиеся пустоты могут заполняться окружающими пластичными породами.

Причины пескопроявления рассмотрены в многочисленных публикациях и монографиях. Как известно, вынос песка относится к числу распространенных техногенных последствий эксплуатации газовых месторождений. В этой связи интересны работы [2], обобщающие опыт борьбы с выносом песка из сеноманских залежей Медвежьего и Уренгойского месторождений. Следует иметь в виду, что усиление пескопроявления на

скважинах этих месторождений совпало по времени с подтягиванием воды и снижением пластового давления ниже гидростатического. Из выводов авторов статьи [3] необходимо отметить следующие:

1. Разрушение коллекторов призабойной зоны скважин происходит в результате действия следующего комплекса факторов:

- повышение с падением давления влагосодержания газа в пластовых условиях;
- присутствие в интервале фильтра статического или динамического уровня воды;
- динамические градиенты давления при резких и частых сменах режимов работы скважин;
- рост эффективного горного давления с падением пластового.

2. Устойчивость коллектора зависит от суммарного объема добычи газа скважиной.

3. Наименее устойчивые пропластки являются по существу наиболее продуктивными и нагруженными;

4. Не наблюдается прямой зависимости процесса разрушения коллектора от депрессии на пласт в диапазоне 0,0,6 МПа (принятая начальная допустимая депрессия 0,5-0,6 МПа).

5. Вынос механических примесей при кратковременных режимных испытаниях не является прямым фактом разрушения коллектора в данный момент. Причиной этому могут быть фильтрационные скорости и скорости восходящего потока в лифтовой колонне, достаточные для очищения перфорационных каналов и каверн от продуктов предшествующего разрушения, подхвата и подъема примесей из зумпфа скважины.

6. Для определения депрессии разрушения коллектора (или правильнее, допустимого градиента давления) необходимы продолжительные наблюдения динамики выноса механических примесей, длительные многоцикловые исследования с выпуском газа в атмосферу. Учитывая резкую фациальную и

фильтрационную изменчивость пород-коллекторов и неоднозначность условий их напряженного состояния (в результате неравномерного дренирования запасов и обводнения залежи), подобные исследования надо проводить практически на каждой скважине.

7. До настоящего времени отсутствуют надежные и приемлемые практические критерии для установления оптимального режима эксплуатации скважины в условиях нарушения устойчивости коллектора призабойной зоны и его разрушения, наличия забойной псевдооживленной или песчаной пробки, накопления или выноса жидкости и механических примесей.

Итог многолетним промысловым наблюдениям и анализу возможных причин появления песка в продукции скважин подведен также в обзоре [4]. Стоит отметить следующие выводы:

1) причиной коллапса каверн может стать слишком сильное снижение давления в скважине;

2) в определенных условиях пескопроявление вызвано слишком высоким дебитом скважины;

3) прорыв воды в скважину приводит к увеличению выноса песка;

4) в отдельных случаях кратковременное увеличение выноса песка наблюдается при изменении дебита;

5) в некоторых случаях вынос песка не прекращается даже при снижении дебита. В крайних случаях скважина полностью заполняется песком;

6) значительно влияние цикличности нагружения (остановка и пуск скважины), растягивающих напряжений, последствия остаточных деформаций, влияние капиллярных сил на прочность коллектора.

Основными направлениями предупреждения разрушения ПЗП принято считать [5]:

- снижение депрессии на пласт путем уменьшения дебита скважины;
- создание экранов у поверхности фильтрации путем установки пескозадерживающих фильтров;

- увеличение прочности горной породы в призабойной зоне пласта путем крепления ее различными полимерными связующими, смолами или цементом.

- осушка ПЗП в максимально возможной степени, снижая водонасыщенность и фазовую проницаемость для жидкости;

- увлажнение ПЗП для увеличения плотности несвязного песка.

В промышленной практике признаками пескопроявления принято считать:

- поступления песка с продукцией скважины на поверхность;
- изменение отметки забоя скважины (накопление песчаной пробки);
- снижение продуктивности или приемистости скважины, как следствие

следствие

- накопления на забое песчаной пробки или кольматации фильтра.

При интенсивном пескопроявлении отмечается абразивный износ забойного оборудования (механических фильтров, каркасов гравийных фильтров) и перфорационных отверстий; смятие эксплуатационных колонн в интервале перфорации. При освоении скважин с высокими депрессиями образуются значительные по высоте песчаные пробки в колонке НКТ. Такие же пробки иногда образуются при остановке эксплуатационных скважин.

Несмотря на многолетний опыт эксплуатации пескопроявляющих скважин, до настоящего времени отсутствует достаточно обоснованная модель разрушения коллектора и математическое описание процессов, протекающих в системе «пласт-скважина».

Библиографический список

1. Morita N., Whitfill D.L., Fedde O.P., Lovik T.H.: «Parametric Study of Sand-Production Prediction: Analytical Approach».- SPE PE, February 1989, pp.25 - 33.

2. Динков, А.В., Ланчаков, Г.А., Способ эксплуатации скважин, вскрывающих коллектора, сложенные песками и слабосцементированными

песчаниками./Проблемы освоения месторождений Уренгойского комплекса. - М.: Недра, 1998. - 330-342 с.

3. Жуковский, К.А., Ахметов, А.М., Шарипов, В.Н., Хозяинов, В.Н. Причины пескопроявления при добыче газа и методы их ликвидации, применяемые на Уренгойском месторождении./Проблемы освоения месторождений Уренгойского комплекса. - М.: Недра, 1998. – с. 323 - 329.

4. Morita N.: “Field and Laboratory Verification of Sand-Production Prediction Models”. - SPE Drilling & Completion, December 1994, pp.227 - 235.

5. Технологический режим работы газовых скважин / З. С. Алиев, С. А. Андреев, А. П. Власенко, Ю. П. Коротаев.– М.: Недра, 1978. – 279 с.