

# МЕТОДЫ ВСКРЫТИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ГОРИЗОНТОВ

Заканчивание скважин

На практике существует три основных метода первичного вскрытия продуктивных горизонтов:

- **На репрессии** – гидростатическое давление столба промывочной жидкости превышает пластовое.
- **На равновесии** – гидростатическое давление столба промывочной жидкости соответствует пластовому.
- **На депрессии** – гидростатическое давление столба промывочной жидкости меньше пластового.

На текущем этапе развития техники и технологии **основной** объем бурения скважин ведется в условиях превышения забойного давления над пластовым, т.е. при репрессии на пласт.

В соответствии с требованиями действующих Правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности [3], **созданное столбом раствора гидростатическое давление на забое скважины должно превышать проектные пластовые давления на величину не менее:**

- 10 % для скважин глубиной до 1200 м (интервалов от 0 до 1200 м);
- 5 % для интервалов от 1200 м до проектной глубины.

В необходимых случаях **проектом может устанавливаться большая плотность раствора**, но при этом **противодавление на горизонты не должно превышать**

- пластовые давления на  $15 \text{ кгс/см}^2$  (1,5 МПа) для скважин глубиной до 1200 м,
- $25\text{-}30 \text{ кгс/см}^2$  (2,5-3,0 МПа) для более глубоких скважин.

Вскрытие нефтегазосодержащих и водопроявляющих пластов **с превышением давления**, создаваемого столбом промывочной жидкости, над пластовым обусловлено, прежде всего, **профилактикой флюидопроявлений**.

При реализации этого метода вскрытия продуктивных горизонтов **давление в стволе скважины против насыщенного пласта препятствует току насыщающего флюида из пласта в скважинное пространство**.

**Преимуществом метода вскрытия пластов на репрессии является сравнительная простота его реализации.**

Для вскрытия продуктивных горизонтов не требуется никаких специальных технологий или технических средств, достаточно

- применения стандартного противовыбросового оборудования и
- успешного регулирования параметров промывочной жидкости.

## К недостаткам следует отнести:

- снижение фильтрационно-емкостных свойств пород слагающих коллектор в прискважинной зоне вследствие проникновения в них дисперсной фазы и дисперсионной среды промывочных жидкостей;
- поглощения промывочных жидкостей под действием перепада давления действующего со стороны ствола скважины;
- потенциальную опасность возникновения прихватов бурильной колоны вызванных дифференциальным давлением, действующим на стенки скважины против интервалов проницаемых пород;
- снижение механической скорости разрушения горных пород на забое скважины, обусловленное избыточным давлением столба промывочной жидкости.

*Особое место в проблеме совершенствования процесса вскрытия пластов занимают вопросы **повышения качества вскрытия пластов с давлениями ниже гидростатического.***

*Если при вскрытии продуктивных горизонтов с **высокими пластовыми давлениями***

отрицательное воздействие бурового раствора может быть снижено при испытании пластов путем создания значительных депрессий на пласт, когда в системе «пласт-скважина» могут быть обеспечены большие перепады давлений, то ***ущерб, нанесенный породам призабойной зоны с низкими пластовыми давлениями, устраняется с большими трудностями.***

**Трудности возникают** и при испытании пластов с низкой **проницаемостью**, когда даже значительные перепады давления между пластом и скважиной не позволяют возбудить притока жидкости (газа) из призабойной зоны.

**Вот почему вопросы качества вскрытия продуктивных горизонтов с низкими пластовыми давлениями и низкой проницаемостью имеют особо важное значение.**

Решение этих вопросов потребовало **разработать специальные жидкости и промывочные агенты, а также методы вскрытия пластов без избыточного давления на прискважинную зону пластов**, основным признаком которых является **возможность регулирования давления на забой в определенных пределах, не превышающих пластового давления.**

**Регулирование гидростатического давления на забой скважины может быть достигнуто изменением плотности бурового раствора, как это делается при реализации метода вскрытия пластов на репрессии.**

**Однако плотность буровых растворов может изменяться только в определенных пределах.**

Поэтому в ряде случаев для вскрытия пластов применяют методы бурения, обеспечивающие сохранение давления на забое скважины либо равным пластовому, либо меньше его (бурение на равновесии и бурение на депрессии).

**За рубежом в последнее время при вскрытии высоконапорных пластов с низкой проницаемостью применяют метод бурения с низким давлением (забойное давление ниже пластового).**

## Сущность метода :

- *для промывки забоя подбирается буровой раствор такой плотности, чтобы суммарное давление, создаваемое им, на забой было меньше пластового;*
- *вскрытие пласта сопровождается притоком пластовой жидкости в скважину.*

Реализация этих условий вскрытия пластов возможна только при наличии надежного устьевого оборудования, способного герметизировать устье скважины при бурении в продуктивном пласте и выдерживать возникающие перепады давления между стволом скважины и поверхностью земли (имеются в виду системы стационарных и вращающихся превенторов).

Зарубежный опыт показал, что применение этого метода позволяет получить положительные результаты.

**Бурение в продуктивных горизонтах, в которых пластовое давление ниже гидростатического давления жидкости, заполняющей скважину, сопровождается частичными поглощениями бурового раствора, а в сильно дренированных пластах могут быть полные поглощения бурового раствора.**

Применение в этих случаях обычных методов бурения приводит к значительным снижениям проницаемости пласта, так как вскрытие пласта происходит при больших перепадах давления между скважиной и прискважинной зоной.

**Наиболее рациональными для вскрытия продуктивных горизонтов с низкими пластовыми давлениями являются методы бурения без избыточного давления.**

Бурение с противодавлением (репрессией) на продуктивный пласт, сопровождается частыми осложнениями в виде поглощений бурового раствора и прихватами бурильного инструмента.

**Основными негативными последствиями как первичного, так и вторичного (перфорация), вскрытия на репрессии на продуктивный пласт является**

- ухудшение первоначальных коллекторских свойств продуктивного пласта,
- существенное снижение его потенциального дебита;
- продолжительные затраты времени на освоение скважины;
- низкий коэффициент нефтеотдачи пластов.

Особенно отрицательное влияние вскрытия продуктивного пласта на репрессии сказывается на месторождениях с низкими пластовыми давлениями (ниже гидростатических), в том числе,

- на истощенных месторождениях,
- в коллекторах с низкой проницаемостью,
- на месторождениях с трудно извлекаемой нефтью.

**Мировой опыт строительства скважин показывает , что достичь максимального успеха можно при вскрытии продуктивных пластов на депрессии, то есть при давлении ниже пластового.**

Внедрение этой технологии в зарубежных странах с развитой нефтегазовой промышленностью показали перспективность и ряд существенных преимуществ перед прежней технологией:

- значительное повышение продуктивности нефтегазонасыщенных пластов;
- сокращение затрат и времени на освоение скважин;
- повышение коэффициента извлечения продукции пластов;
- повышение скорости проходки и ресурса породоразрушающего инструмента;
- предотвращение поглощений бурового раствора;
- снижение вероятности прихватов бурильного инструмента.

Создание депрессии (снижения давления) на продуктивный пласт осуществляется за счет промывки скважины в процессе бурения газированной нефтью, самой легкой пластовой жидкостью, которая, не приносит вреда продуктивному пласту, в отличие от промывки буровыми растворами на водной основе, когда значительные количества фильтрата проникают в пористую среду и навсегда там остаются.

**Суть этой технологии** заключается в том, что

- при бурении на депрессии, в процессе всего времени бурения участка ствола в продуктивном горизонте, **давление в скважине постоянно поддерживается ниже давления в пласте**,
- исключается загрязнение пласта частицами выбуренной породы,
- **в пласт не проникает никакая жидкая фаза промывочной жидкости, а наоборот, идет регулируемый приток в скважину пластовых флюидов**,
- технология позволяет в максимальной степени сохранить коллекторские свойства продуктивного горизонта.

Газирование нефти осуществляется *компрессором, оснащенным специальным устройством, снижающим содержание кислорода в газовой смеси.*

Снижение содержания кислорода в газовой смеси ***необходимо для предотвращения образования взрывоопасной смеси с парами углеводородов нефти.***

Объем подаваемого азота регулируется с целью поддержания необходимой плотности газонасыщенной нефти, используемой в качестве промывочной жидкости.

Окончательный режим работы определяется показаниями глубинных манометров.

По этим показаниям выбирается оптимальный режим аэрации (газирования), при котором соотношение фаз азота и нефти в газированной нефти обеспечивал бы благоприятный режим создания депрессии на продуктивный пласт при вскрытии.

***Эта технология и обеспечивает нужную депрессию, которая сохраняется в течение всего времени бурения продуктивного горизонта скважины.***

При этом, как указывалось выше, **обеспечивается регулируемый приток пластовых жидкостей из вскрываемого продуктивного пласта.**

Очень важно, чтобы оборудование устья скважины

- исключало неуправляемое нефтегазопроявление в процессе бурения,
- было способным сделать его контролируемым,
- исключало любую возможность неуправляемого роста давления и фонтанирования скважины.

**Система для бурения на депрессии**, в отличие от классической циркуляционной, **должна быть абсолютно герметичной**, при этом обеспечивается **полная изоляция затрубного пространства устья скважины** системой превенторов и герметизатором фирмы Shaffer (England).

Для бурения горизонтальных скважин требуется использовать верхний привод, который позволит с большей безопасностью проходить горизонтальный ствол скважины на депрессии.

***Самым простым методом для вскрытия пластов с давлением ниже гидростатического является обычное ударное бурение.***

**Отсутствие перепада давления бурового раствора при ударном бурении** устраняет вредные воздействия его на породы призабойной зоны пласта.

Благодаря этому, а также преимуществам данного метода по сравнению с вращательным способом бурения (легкость оборудования, небольшая его стоимость и др.) этот метод использовался при вскрытии пластов в неглубоких скважинах ряда нефтяных месторождений США.

В течение длительного времени в США применялся **комбинированный способ проходки скважин с низким пластовым давлением**, когда

- весь ствол скважины до продуктивного пласта проходили роторным способом, а
- вскрывали пласт ударным способом бурения.

**Повышение** качества вскрытия продуктивных пластов с низкими давлениями **в них достигается применением** метода бурения с продувкой забоя воздухом или газом, **когда** вместо промывочной жидкости для очистки забоя используют газообразный агент, который не оказывает противодействия на продуктивный пласт, и тогда вскрытие сопровождается притоком пластовой жидкости или газа в скважину.

**Кроме этого, данный способ обеспечивает значительное увеличение скорости бурения и, следовательно, уменьшает продолжительность процесса вскрытия пласта.**

Опыт показал, что применение газообразных агентов наиболее экономично при вскрытии пластов на газовых месторождениях, когда для очистки забоя от выбуренной породы используют газ из соседних скважин.

**Однако при значительных притоках пластовой жидкости требуется увеличение расхода воздуха (или газа) в 2-3 раза или применение специальных пенообразующих веществ.**

В этих случаях вскрытие пластов проводят с промывкой забоя аэрированной жидкостью или пеной (двухфазной или трехфазной). В зависимости от соотношения количества сжатого воздуха (газа) и бурового раствора, подаваемых в скважину, устанавливается определенное давление на забой.

Газообразные агенты, аэрированные жидкости и пены достаточно широко применяют при бурении скважин на нефтяных месторождениях США.

В России тоже накоплен опыт по использованию данных методов при бурении и вскрытии пластов с низкими пластовыми давлениями или с низкой проницаемостью пород.

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ.

Рациональный метод вскрытия пласта может быть подобран и применен только в том случае, если будет обеспечена объективная оценка эффективности его применения.

Оценку эффекта от использования того или другого метода вскрытия пласта **путем сравнения эксплуатационных характеристик вновь вскрываемого продуктивного горизонта с аналогичными данными по соседним скважинам вряд ли можно считать правильной**, поскольку приходится брать для сравнения скважины, испытание пластов в которых проводилось после крепления ствола обсадной колонны, цементирования и перфорации.

Анализ испытания близко расположенных скважин (скважины Мухановского месторождения Самарской области), показывает значительную изменчивостью их эксплуатационных характеристик. Поэтому **целесообразно определить степень влияния бурового раствора не на начальный дебит скважины, законченной бурением, а на изменение проницаемости призабойной зоны пласта и соответственно на начальный коэффициент продуктивности скважины.**

Эти параметры, а также и другие характеристики продуктивных пластов должны быть определены в процессе бурения скважины, когда вскрытие и испытание пласта могут производиться без промежуточных технологических операций.

***В последнее десятилетие совершенствование методики испытаний пластов шло по пути максимального приближения процесса испытания к вскрытию объектов в бурящихся скважинах до спуска обсадной колонны.***



