

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ ПЛОСКИХ ПРОФИЛЕЙ НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННЫХ СКВАЖИН

В. С. Горбачев

Научный руководитель, старший преподаватель А. В. Епихин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Способ *наклонно-направленного бурения* впервые начал применяться в середине XX века. Он появился в результате поиска новых, более рациональных и экономичных, методов добычи нефти в сложных природных условиях. Наиболее эффективная область использования *наклонно-направленного бурения* - при разработке месторождений в акваториях, в болотистых или сильно пересечённых местностях и в случаях, когда строительство буровых может нарушить условия охраны окружающей среды. Метод получил широкое распространение: с каждым годом потребность в работах *наклонно-направленного бурения* возрастает как на суше, так и в шельфовой зоне морей. В качестве примера рассмотрим динамику бурения скважин на Ромашкинском месторождении. На рисунке видно плавное увеличение количества вертикальных и многозабойных скважин. Однако после 2010 года график свидетельствует о широком распространении бурения горизонтальных скважин, боковых стволов и горизонтальных боковых стволов. Именно с этими методами бурения связывают задачу вовлечения трудноизвлекаемых запасов. [7]

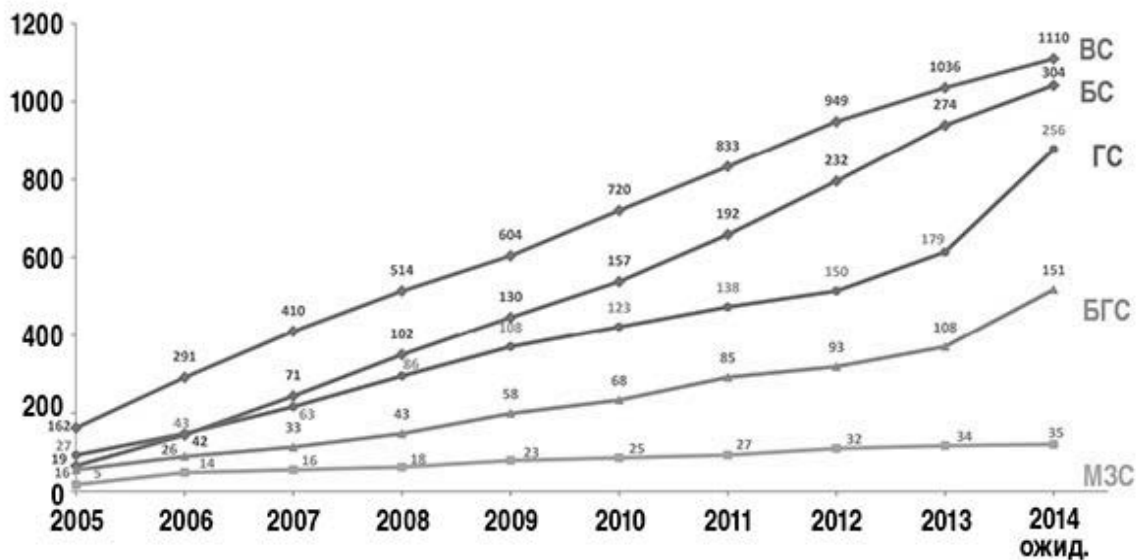


Рис.1 Динамика бурения скважин на Ромашкинском месторождении.

В настоящее время российским компаниям предстоит приспособиваться к таким факторам, как санкции, наложенные на Россию, снижение цен на нефть, снижение инвестиционной активности. Тем не менее бурение составляет практически 30% от объема нефтесервисного рынка России, и одним из самых актуальных направлений является *наклонно-направленное бурение*, в рамках которого особенно развивается бурение горизонтальных и многоствольных скважин.

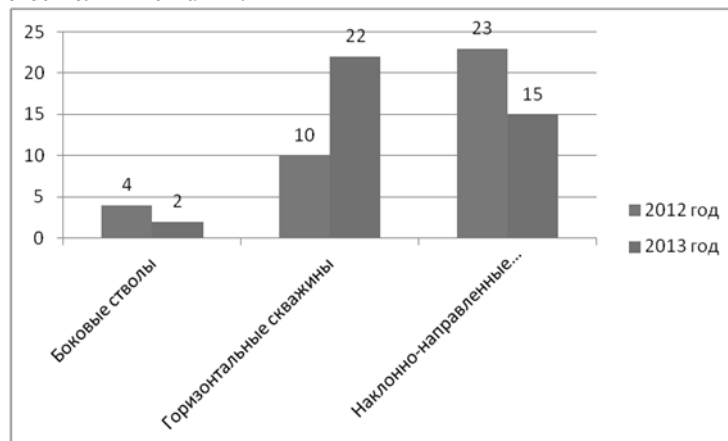


Рис.2 Сравнение количества скважин в 2012 и 2013 годах АНК «Башнефть»

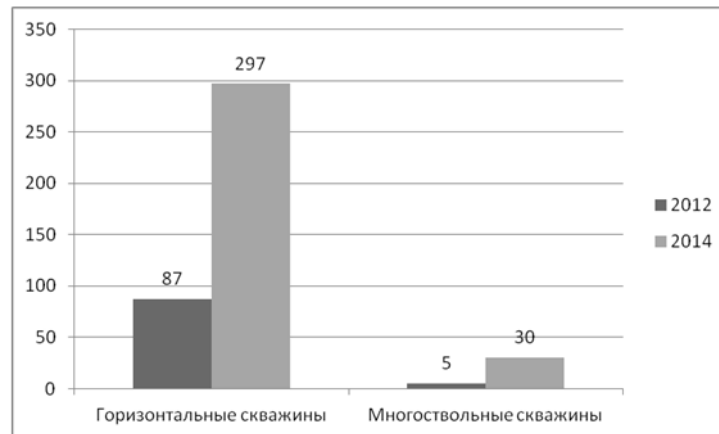


Рис.3 Сравнение количества скважин в 2012 и 2014 годах компании «Газпром нефть»

Согласно данным центрального диспетчерского управления топливно-энергетическим комплексом, в 2009-2013 годах рост проходки в горизонтальном бурении сопровождался увеличением проходки в суммарном бурении, и только в 2014 году эта закономерность последних четырех лет нарушилась. Произошло это вследствие того, что эффект от ввода горизонтальных скважин стал настолько большим, что для получения заданного объема дополнительной добычи нефти стало требоваться все меньшее количество эксплуатационных добывающих скважин. В итоге, в первой половине 2014 года, наконец, произошел перелом, и рост проходки в горизонтальном бурении стал сопровождаться падением суммарной проходки в целом. Согласно прогнозу, увеличение суммарной проходки можно ожидать не ранее 2016-2017 годов, на которые запланировано одновременное промышленное освоение крупных месторождений в Большехетской впадине и Юрубчено-Тохомской зоне. После этого, в 2018-2020 годах, нисходящий тренд в объемах бурения, вероятно, возобновится снова. И пока не просматривается причин, которые могли бы его переломить, так как перспективных крупных добычных проектов с большими объемами буровых работ в России в настоящее время не предвидится. [5]

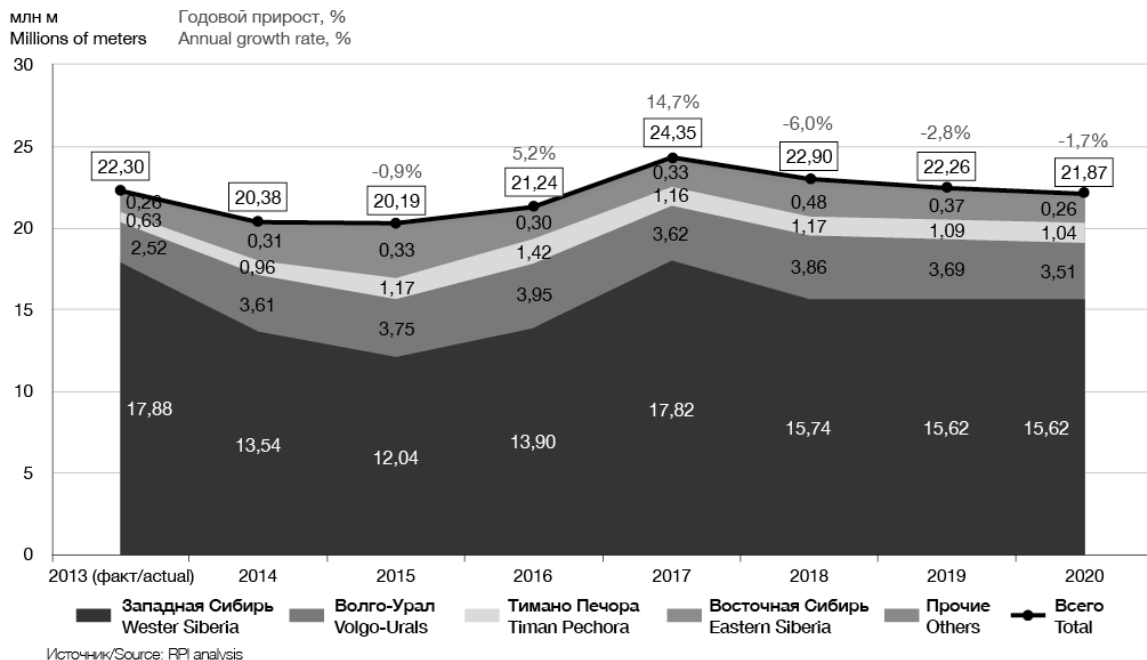


График 1: Прогноз суммарной проходки в эксплуатационном и разведочном бурении в России на 2014-2020 годы, млн м

Figure 1: Nationwide exploration and production drilling forecast in Russia from 2014 through 2020, million meters

Рис.4 Прогноз суммарной проходки в эксплуатационном и разведочном бурении в России на 2014-2020 годы.

С течением времени ужесточаются требования к соблюдению проектного профиля скважины, а так же требования по точности выхода забоя скважины в заданную точку. В связи с этим для правильного выбора профиля будущей скважины важно иметь представление о классификации наклонно-направленного бурения, необходимо знать достоинства и недостатки каждого профиля.



Рис.1 Классификация наклонно-направленного бурения

При наклонно-направленном бурении выделяют следующие виды искусственно искривленных скважин: наклонно-направленные скважины, горизонтальные скважины, многоствольные скважины и многозабойные скважины. Наклонно-направленной скважиной называется скважина, специально направленная в какую-либо точку, удаленную от вертикальной проекции ее устья. Профили наклонно-направленных скважин можно подразделить на плоские и пространственные. Плоский профиль расположен в одной вертикальной плоскости. Скважины этого профиля следует бурить в тех районах, где влияние геологических условий на самопроизвольное искривление стволов велико. Профиль следует строить таким образом, чтобы максимально использовать закономерности самопроизвольного искривления стволов скважин и свести к минимуму интервалы бурения с отклонителем. Так же профили скважин классифицируют по количеству интервалов ствола. Интервал-это участок скважины с неизменной интенсивностью искривления. По этому признаку скважины подразделяются на двух, трех, четырех, пяти и более интервальных. Простейшим с точки зрения геометрии является двухинтервальный профиль, который содержит вертикальный участок и участок набора зенитного угла. Такой тип профиля обеспечивает максимальный отход скважины при прочих равных условиях, однако требует постоянного применения специальных компоновок на втором интервале, что приводит к существенному увеличению затрат средств и времени на бурение. Трехинтервальный тип профиля, состоящий из вертикального участка, участка набора зенитного угла и третьего участка, имеет две разновидности. В одном случае третий участок прямолинейный (участок стабилизации зенитного угла), в другом -участок малоинтенсивного уменьшения зенитного угла. Трехинтервальные профили рекомендуется применять в тех случаях, когда центрирующие элементы компоновок низа бурильной колонны мало изнашиваются в процессе бурения (сравнительно мягкие, малоабразивные породы). Такие типы профилей позволяют ограничить до минимума время работы с отклонителем и при наименьшем зенитном угле скважины получить сравнительно большое отклонение от вертикали. Четырехинтервальный тип профиля включает вертикальный участок, участок набора зенитного угла, участок стабилизации и участок уменьшения зенитного угла. Это самый распространенный тип профиля в Западной Сибири. Его применение рекомендуется при значительных отклонениях скважин от вертикали в случае, если по геолого-техническим условиям затруднено безаварийное бурение компоновками с полноразмерными центраторами в нижних интервалах ствола скважины. [4]

Профиль горизонтальной скважины состоит из двух сопряженных между собой частей: направляющей части и горизонтального участка. Под направляющей частью профиля следует понимать часть ствола скважины от ее устья до точки с заданными координатами на кровле или непосредственно в самом продуктивном пласте, являющемся началом горизонтального участка. В отличие от наклонных скважин при проводке направляющей части горизонтальной скважины необходимо на проектной глубине вывести ствол скважины не только в точку с заданными координатами, но и, что очень важно для дальнейшей проводки горизонтального участка, под заданным углом. По величине радиуса кривизны ствола различают три типа профиля горизонтальной скважины: с большим радиусом искривления (290-900 метров), средним (50-290 метров) и малым (16-50 метров) радиусами

Метод бурения боковых стволов - метод, позволяющий вернуть старые месторождения к жизни.. Боковые стволы наклонные или с горизонтальным окончанием строятся из эксплуатационных колонн существующего фонда нефтяных и газовых скважин с целью повышения производительности скважины. Длина боковых стволов колеблется от нескольких десятков до нескольких сотен метров. Число боковых стволов зависит от конкретных условий того участка продуктивного пласта, где сооружается скважина. Если продуктивные пласты на месторождении не истощены сильно предыдущей эксплуатацией, горизонтальные проекции боковых стволов размещают обычно так, чтобы равномерно дренировать область питания.

Достоинства и недостатки профилей наклонно-направленного бурения

Тип профиля	Достоинства	Недостатки
Наклонно-направленный	-возможность проводить работы на территориях с ограниченным пространством, без ознакомления со схемой обустройства скважины - данный тип профиля уменьшает сроки проведения сложных инженерных работ - также работы по данному профилю позволяют легко обойти возникшее препятствие не оказывая на него никакого воздействия, таким образом, скважина и непосредственная преграда будут надежно изолированы друг от друга.	- небольшая максимальная протяженность труб - данная технология трудно применима в галечных, илистых и скальных грунтах; для бурения в таких условиях необходимы усовершенствованные конструктивные параметры, что увеличивает стоимость строительства. - высокая стоимость
Горизонтальный	-значительно уменьшает количество эксплуатационных скважин на месторождении (особенно на морских акваториях) -позволяет увеличить коэффициент нефте и газоотдачи пластов -технологии почти не требуют дополнительных затрат	-неудачное горизонтальное направленное бурение может вызвать изменение в проектной документации и выполнение буровых работ с самого начала -прорыв воды или газа на любом участке горизонтального ствола в интервале продуктивного ствола может привести к потере скважины в целом; -невозможно точное регулирование добычи или нагнетание жидкости в интервалах пласта имеющих различную проницаемость.
Многозабойный	-увеличение дебита при уменьшении капитальных затрат -повышение общей нефтеотдачи месторождения -вовлечение в разработку малодобитных месторождений	-стоимость одной многозабойной скважины в несколько раз выше стоимости однозабойной скважины
Многоствольный	-сокращение материальных и трудовых затрат на обустройство площадок под скважины, подъездных дорог к ним -снижаются затраты на вышкостроение -сокращаются площади земель изъятых из сельскохозяйственного производства	- в случае неисправности оборудования замедляется темп добычи на всех скважинах -в случае аварии на буровой площадке недоступными окажутся все пробуренные скважины до устранения последствий аварии
Боковой ствол	-отпадает необходимость в строительстве новых коммуникационных линий -сокращаются затраты на оборудование и материалы -снижается воздействие на окружающую среду	-низкая (по сравнению с обычным бурением) механическая скорость (2 - 5 м / ч) -небольшие проходки на долото (50 - 80 м)

Многозабойные скважины являются дальнейшим развитием технологии наклонно-направленного и горизонтального бурения. Под многозабойными скважинами понимаются скважины, имеющие в нижней части основного ствола разветвления в виде двух или более протяженных горизонтальных, пологонаправленных или волнообразных стволов, у каждого из которых интервал вскрытия продуктивного пласта, как правило, в два раза и более превышает толщину пласта. По форме выполнения дополнительных стволов и их пространственному положению различают следующие виды многозабойных скважин: разветвленные наклонно-направленные, горизонтально разветвленные и радиальные скважины. Разветвленные наклонно-направленные скважины состоят из основного ствола, обычно вертикального, и дополнительных наклонно-направленных стволов. Горизонтально разветвленные скважины – это разновидность разветвленных наклонно направленных скважин, так как их проводят аналогичным способом, но в завершающем интервале дополнительного ствола его зенитный угол увеличивают до 90° и более. У радиальных скважин основной ствол проводят горизонтально, а дополнительные – в радиальном направлении. Выбор формы разветвления скважин зависит от литологической характеристики и толщины продуктивного пласта, наличия или отсутствия над ним пластов, требующих изоляции. Радиусы искривления стволов и глубины мест забуривания зависят от пластового давления, режима движения жидкостей в пласте и применяемых мер по поддержанию пластового давления. Профили стволов, их длина и число ответвлений зависят от толщины пласта, литологии, распределения твердости пород, степени неоднородности продуктивного пласта, степени устойчивости разреза.

Многоствольные скважины или кустовое бурение – сооружение скважин, в основном наклонно-направленных, устья которых группируются на близком расстоянии друг от друга с общей ограниченной площадки, а забой вскрывают продуктивный горизонт в заданных точках в соответствии с сеткой разработки. Отдельными кустами считаются группы из трех скважин и более, расположенные на специальных площадках и отстоящие одна от другой или отдельных скважин на расстоянии не менее 5 м. Под площадкой куста понимается участок территории, на котором расположены скважины, технологическое оборудование, а также бытовые и другие помещения, необходимые для производства работ. Размер площадки зависит от количества скважин в кусте и размещения специальной техники для ликвидации возможных аварийных ситуаций (пожары, открытые фонтаны и т.д.) Взаимное расположение скважин разнообразно и зависит от типа буровой установки, конструкции буровой вышки, способа перемещения бурового оборудования, противопожарных норм и обеспечения предполагаемых методов эксплуатации скважин.

Литература

1. Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М., Технология бурения нефтяных и газовых скважин., 2001 г.– 676 с.
2. Вадецкий Ю.В., Бурение нефтяных и газовых скважин, М., 2003 г. – 352 с.
3. Калинин А.Г., Никитин Б.А., Солодкий К.М., Султанов Б.З. Бурение наклонных и горизонтальных скважин: Справочник; Под ред. А.Г. Калинина. - М.: Недра, 1997. - 648 с
4. Сушон Л.Я., Емельянов П.В., Муллағалиев Р.Т. Управление искривлением наклонных скважин в Западной Сибири. - М.: Недра, 1988. - 124 с.
5. Кравец В. Год коренного перелома. - URL: <http://rogtecmagazine.com/ru/russian-drilling-market-paradigm-shift> . Дата обращения: 20.01.2016
6. Хасанов Р.А. Оптимизация бурения горизонтальных скважин: Конкурс работ «Управление производством - 2013».
7. Хисамов Р.С. Стратегия разработки месторождений на поздней стадии, перспективы добычи углеводородных ресурсов из нетрадиционных источников углеводородов в Республике Татарстан. - URL: <http://burneft.ru/archive/issues/2015-01/10> . Дата обращения: 20.01.16
8. «Газпром нефть» утроила количество высокотехнологичных скважин за два года. - URL: <http://www.gazprom-neft.ru/press-center/news/1106731> . Дата обращения: 20.01.2016.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОНИЦАЕМОСТИ МОДЕЛИ ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ ПЛАСТА ПРИ МНОГОЦИКЛОВОМ ГЛУШЕНИИ

А. М. Горшков¹, Д. Н. Мезенцев², А. В. Пестерев²

Научный руководитель, младший научный сотрудник лаборатории А. В. Пестерев

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия

²Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа, Томск, Россия

В процессе технологического ремонта скважин на месторождениях Томской области в качестве жидкостей глушения (ЖГ) применяют воду сеноманского горизонта, а также ЖГ на ее основе с добавками поверхностно-активных веществ (ПАВ). В процессе ремонта возможно поглощение ЖГ пластом, в результате чего возникает опасность нефтегазопроявлений. В связи с этим, возникает необходимость закачки дополнительных объемов ЖГ. В результате увеличивается время пребывания ЖГ в скважине и, как следствие, усиливается водная блокада призабойной зоны пласта, что приводит к увеличению времени освоения скважины. Длительное воздействие ЖГ (дополнительные закачки) на проницаемость призабойной зоны в лабораторных условиях моделируется в серии многоцикловых глушений модели пласта.

Цель работы – исследование динамики восстановления проницаемости модели призабойной зоны пласта после повторных закачек водных жидкостей глушения.