

УДК 622.243.1

**АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ
СРЕДСТВ ДЛЯ ЗАРЕЗКИ И БУРЕНИЯ БОКОВЫХ СТВОЛОВ**

**ANALYSIS OF THE STATE OF TECHNOLOGY AND EQUIPMENT
FOR SIDETRACKING AND DRILLING SIDETRACKS**

Ганцгорн А.М., Фаршатов Р.Р.

**ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа, Российская Федерация**

A.M. Gancgorn, R.R. Farshatov,

**FSBEI HPE “Ufa State Petroleum Technological University”,
Ufa, the Russian Federation**

e-mail: USPTU-FG@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены существующие технологии и технические средства для вырезания «окна» в обсадной колонне и зарезка бокового ствола из ранее пробуренной скважины. Эта операция является одной из самых ответственных и трудоемких в процессе бурения боковых стволов (БС) из бездействующих, обводнившихся и малодебитных скважин. Создание максимально возможного размера «окна» для выхода из эксплуатационной колонны позволит бурить боковой ствол в заданном направлении по наименьшему расстоянию к объекту эксплуатации, с максимально возможным диаметральным размером компоновки, который проходит через основной ствол скважины, по лучшему профилю, что при минимальных издержках на бурение обеспечит требуемое качество работ и эффективность их эксплуатации. Также рассмотрены достоинства и недостатки осуществления двух способов выхода из эксплуатационной колонны: с удалением части эксплуатационной колонны вырезающими устройства-

ми и с вырезанием щелевидного «окна» в стенке обсадной колонны при помощи клина-отклонителя и компоновки фрез [1].

Существует ряд проблем, которые не решены до сих пор, такие как: исключение цементных технологий, применяемых для установки клин-отклонителей механического типа крепления; надежное закрепление клин-отклонителей в скважине; сокращение времени вырезания технологического «окна» в стенке эксплуатационной колонны и зарезки БС, а также сокращение общего времени процесса установки клин-отклонителя и последующей вырезки технологического «окна».

В этих условиях особую ценность и актуальность приобретают исследования, направленные на разработку нового оборудования, позволяющего осуществлять технологию зарезки и бурения БС на более высоком техническом уровне с минимальными затратами средств и времени, с надежностью, соответствующей современным требованиям.

Строительство боковых стволов, из фактических скважин и их эксплуатация не возможны без применения комплекса специального оборудования. Для выполнения технологической операции вырезания стенки обсадной колонны и зарезки БС разработано множество технических устройств.

Abstract. Making the maximum possible size of the "window" to exit from the production tubing allows to drill a sidetrack in a given direction of shortest distance to the object of operation, the maximum possible diametrical size of the layout, which runs through the main wellbore of best profile that the minimum cost of drilling ensure the required quality of work and efficiency of their operation. Also, consider the advantages and disadvantages of the main ones used in the implementation of the two ways out of the production casing: the removal of part of the production string Cutting Devices and cutting out slot-like "window" in the casing wall with the help of the whipstock and milling arrangement [1].

Along with the successes, there are several issues that have not been solved so far, such as the exclusion of cement technologies used to set the whipstock

mechanical type of fastening, reliable over-fixation whipstock in the well, reducing the time cutting process "window" the wall of the production string and kickoff BS, as well as reducing the total time of the installation of the whipstock and the subsequent cutting process "window".

In these conditions special value and relevance is research aimed at developing new equipment, allowing to carry out drilling and sidetracking technology BS at a higher technical level with minimal cost of time and money, reliability, corresponding to modern requirements.

Construction sidetracks from actual wells and their operation is not possible without the use of complex special equipment . To perform the process step of cutting the casing wall and kickoff BS developed many technical devices.

Ключевые слова: боковые стволы, обсадная колонна, вырезающие устройства, клин-отклонитель, компоновка фрез, якорь, райбер, щелевидное «окно».

Key words: sidetracks, casing, Cutting Devices, whipstock, layout mills, Anchor, reamer, slit-shaped "window".

1 Вырезающие устройства

Удаление части обсадной колонны производится раздвижными трубо-резами, являющимися разновидностью лопастных расширителей. В настоящее время разработаны специальные вырезающие устройства, предназначенные для осуществления этой операции, работающие под действием перепада давления промывочной жидкости и получающие вращение от буровой колонны или винтового забойного двигателя. Они различаются наличием или отсутствием центраторов, конструкцией узла, выдвигающего резцы в рабочее положение и возвращающего их в транспортное положение, конструкцией и вооружением резцов, количеством резцов, способом и принципом действия устройства.

По принципу действия вырезающие устройства подразделяются на следующие группы: гидравлические, гидромеханические, механические, электромеханические [2].

В гидравлических – выдвигание резцов в рабочее положение и возвращение их в транспортное осуществляется под действием перепада давления промывочной жидкости.

Гидромеханическими называют устройства, в которых выдвигание резцов в рабочее положение выполняется под действием перепада давления промывочной жидкости, а возвращение их в транспортное положение осуществляется под механическим воздействием сжатой или растянутой пружины.

Вырезающие устройства механического и электромеханического действия не получили широкого распространения из-за сложности и невысокой надежности механизма приведения устройства в его рабочее или транспортное положение.

В данной статье авторами рассмотрены вырезающие устройства гидравлического и гидромеханического действия, как наиболее используемые в практике восстановления и капитального ремонта скважин, отличающиеся малыми габаритами, надежностью и практичностью. Все они сконструированы по двум основным схемам: с неподвижным шпинделем и подвижным корпусом или с подвижным шпинделем и неподвижным корпусом.

При первой схеме исполнения выдвигание резцов происходит при движении корпуса вверх, относительно присоединенного к бурильной колонне шпинделя, за счет давления промывочной жидкости в кольцевой камере, образуемой шпинделем и корпусом вырезающего устройства. Достоинство этой схемы заключается в возможности удержания резцов в раскрытом положении при создании осевой нагрузки и упоре резцов о забой даже при отключенной промывке. Компактность кулачкового механизма позволяет создавать конструкции с малым наружным диаметром корпуса.

По такой схеме изготавливаются универсальные фрезерные инструменты фирмы «Rotary», разработанные А. Краммером, (США) [3].

При использовании второй схемы выдвижение резцов происходит при движении шпинделя вниз, относительно присоединенного к бурильной колонне корпуса, за счет перепада давления промывочной жидкости. Достоинство данной схемы – возможность контроля фиксации момента окончания фрезерования колонны на поверхности по падению давления промывочной жидкости [3,4].

Таковыми сигнализаторами оснащены: труборезы ФС-135, разработанные АЗИНМАШ; универсальные вырезающие устройства (УВУ-146 и УВУ-168), разработанные ВНИИБТ; расширители серии XL- фирмы «Диамант Борт Стратабит»; вырезающее устройство А-1 - фирмы «Weatherford»; секционный фрезер фирмы «Servco»; вырезающие устройства УВГ и УВР ОАО «НПП «Бурсервис»; труборез раздвижной гидравлический ТРГ-146; фрезер раздвижной гидравлический ФР-146 и фрезер колонный раздвижной гидравлический ФКР-146 производства НПП «Азимут». Во всех этих устройствах использован принцип выдвижения резцов в рабочее положение остроконечным штоком (шпинделем), соединенным с поршнем и подпружиненным винтовой пружиной. Давление промывочной жидкости воздействует на поршень и сдвигает его вниз вместе со штоком, сжимая или растягивая пружину. Шток, воздействуя на резцы, выдвигает их до соприкосновения со стенкой колонны. Вращением бурильной колонны и одновременным выдвижением резцов прорезают обсадную колонну. По мере её прорезания резцы полностью выдвигаются в рабочее положение, при этом шток с поршнем сдвигаются в крайнее нижнее положение, увеличивая отверстие для прохода промывочной жидкости. Давление в нагнетательной линии резко снижается на 1,0 - 1,5 МПа, что и является показателем полного раскрытия резцов. Создавая равномерную осевую нагрузку на инструмент до 40 кН, фрезеруют стенку обсадной колонны до заданной глубины, превращая её в металлическую стружку. По окончании вырезания рас-

четной части обсадной колонны подачу промывочной жидкости прекращают, инструмент приподнимают и шток с поршнем под действием пружины возвращаются в исходное положение, а резцы занимают транспортное положение. В случае заклинивания резцов и невозвращения их в транспортное положение, продолжают подъем инструмента до зацепления резцов в верхний торец колонны. При создании определенного осевого усилия происходит освобождение фиксатора и поршень со штоком перемещаются вверх, где фиксируются в транспортном положении. Резцы занимают транспортное положение и не могут выдвинуться даже при прокачивании промывочной жидкости, что позволяет производить промывку скважины в случае прихвата устройства в скважине [5,6]. Такое конструктивное решение очень надежно с точки зрения предотвращения заклинивания инструмента в скважине [7].

Общим недостатком данных схем является невозможность создания достаточных усилий для врезания резцов в стенку обсадной колонны при диаметре корпуса менее 140 мм из-за небольшого (по сравнению с длиной резца) плеча передачи усилия штока относительно резца. Вследствие этого ВУ, выполненные по второй схеме, применяются для вырезания обсадных колонн диаметром более 146 мм. Также к недостаткам всех этих устройств относится резкий удар резцов об стенку обсадной колонны в процессе выдвигания их в рабочее положение под действием давления промывочной жидкости. Вследствие чего происходит скол твердосплавных пластин и уменьшение скорости резания стенки обсадной колонны. При вырезании колонны необходимо выбирать интервалы с породами средней твердости и с меньшей абразивностью, во избежание преждевременного износа режущих элементов и их сгибания от ударов об стенку скважины. Для вырезания необходимо подбирать более отцентрированные по оси скважины участки обсадной колонны, с зенитными углами не более 20° , во всех других случаях будет происходить снижение скорости резания и одностороннее вырезание стенки обсадной колонны.

По данным авторов [5, 8] и анализу, сделанному по результатам применения вырезающих устройств различных конструкций, можно сделать следующие выводы:

– для устойчивой работы вырезающего устройства и выноса металлической стружки необходимо поддерживать высокий расход промывочной жидкости (12-14 дм³/с) в процессе всего цикла вырезания стенки обсадной колонны, что ведет к увеличению числа агрегатов и частому выходу их из строя;

– для осуществления резания стенки обсадной колонны необходимо поддерживать частоту вращения инструмента в пределах 100-120 об/мин, что ведет к частым поломкам ротора;

– невозможно создавать осевую нагрузку на вырезающее устройство более 40 кН при роторном способе фрезерования и более 18 кН при работе с ВЗД что не создает оптимального режима резания металла и не позволяет увеличить скорость вырезания обсадной колонны;

– для предотвращения отвинчивания оставленного верхнего короткого патрубка из муфты обсадной колонны и исключения аварийной ситуации, связанной с его падением, необходимо вырезать колонну от середины до середины трубы, включая муфту, что ведет к увеличению времени операции фрезерования колонны;

– при больших зенитных углах (более 20°) или с плохой центрацией колонны по оси скважины в месте вырезания участка колонны происходит резкое уменьшение скорости фрезерования и большой износ резцов. При этом может происходить загиб или завальцовка резцов, что приводит к заклиниванию и невозможности вернуть их в транспортное положение и, как следствие, прихвату устройства в скважине;

– необходимо постоянно осуществлять контроль частоты вращения инструмента и осевой нагрузки на него, чтобы металлическая стружка имела минимальные размеры и вымывалась промывочной жидкостью, т.к. обра-

зовавшаяся длинная стружка может наматываться на вырезающее устройство и привести к прихвату его в скважине.

С учетом рекомендаций авторов [5, 3, 8, 9] длина вырезанного участка обсадной колонны, с учетом геологических и технологических требований должна составлять от 10 до 30 м. Для выполнения этой работы необходимо от 2 до 6 комплектов запасных резцов. Соответственно необходимо произвести столько же СПО для их замены. По представленным автором [8] данным и результатам опытного применения различных конструкций оборудования для сплошного удаления части эксплуатационной колонны в Лениногорском УБР, наилучшими на сегодняшний день являются – вырезающие устройства (ВУ-146 и ВУ-168), разработанные в Туймазинском УБР и выпускаемые в «ОЗНПО» г. Октябрьский.

На основании анализа существующих конструкций вырезающих устройств, их достоинств и недостатков, а также большого диапазона показателей их работы можно сделать вывод, что достаточно отработанной конструкции инструмента со стабильными технико-экономическими показателями на сегодняшний день пока нет.

2 Клинья-отклонители и фрезы

Вырезание щелевидного «окна» в стенке эксплуатационной колонны в настоящее время производится оборудованием, в состав которого входят: клин-отклонитель, устройство для закрепления клина в эксплуатационной колонне (якорь), компоновка фрез (стартовая, оконная и колонные).

Клин-отклонитель предназначен для изменения траектории движения фрез при вырезании «окна» в обсадной колонне, долот при бурении, хвостовиков и фильтров при их спуске и креплении боковых стволов.

Первые клинья-отклонители изготавливали с плоской отклоняющей поверхностью вследствие простоты технологии их изготовления [2, 3]. Применение таких клиньев-отклонителей приводило к вырезанию «окна» неправильной конфигурации и изменению направления БС вследствие влияния ре-

активного момента вращения инструмента, а при зарезке БС в зоне крепких пород невозможности отхода от основного и бурения его по винтовой линии вдоль основного ствола. Кроме этого, происходило вырезание ленты металла из тела клина, а не из стенки обсадной колонны, т. к. удельное давление райбера на поверхность клина передается по линии, а на поверхность колонны по части площади цилиндра. Часто происходил преждевременный выход райбера за стенку колонны и оставление ступеньки в нижней части «окна», что препятствовало проходу долота через «окно» и приводило к многократным его проработкам несколькими райберами.

В настоящее время клинья-отклонители изготавливаются только с желобообразной отклоняющей поверхностью.

Защита отклоняющей поверхности клина-отклонителя от износа фрезами при вырезании «окна» трудоемкая и дорогостоящая операция, требующая для своего осуществления дорогостоящего технологического оборудования. Защита различается по площади нанесения на отклоняющую плоскость клина: прерывистая и сплошная.

Прерывистая – в виде сетки, с различной величиной ячеек, как на клиньях-отклонителях фирмы «Weatherford» [10], или в виде отдельных вставок повышенной твердости [11].

Сплошная – в виде износостойкого композиционного покрытия на клеевой основе [3], закалки всего клина или только его наклонной поверхности различными способами (ТВЧ, азотирования, боросилицирования и др.) [11].

Все виды защиты обладают следующими недостатками:

- дороговизна способа изготовления наплавляемого или наклеиваемого слоя покрытия;
- при своем нанесении на поверхность жёлоба или изменении структуры металла (закалке) ведет к короблению клина и необходимости последующей его правки;

– сложность напряженно-деформированного состояния из-за наличия внутренних напряжений, возникающих в зоне соединения поверхности клина с материалом защиты при охлаждении после наплавки, вследствие значительного различия коэффициентов линейного расширения, которые способствуют образованию трещин и срыву частиц покрытия в процессе работы фрез;

– нанесение покрытия требует использования специального оборудования и высокой квалификации рабочих;

– все виды покрытий увеличивают износ фрез в процессе вырезания «окна» в стенке обсадной колонны.

Нанесение защитного покрытия оправдывает себя только при изготовлении съемных клин-отклонителей, используемых многократно при строительстве многозабойных скважин.

Способ соединения клина с якорем имеет большое значение в процессе их применения.

Клинья, жестко соединенные с якорем, хотя проще в изготовлении и дешевле клиньев с подвижным соединением, обладают рядом существенных недостатков:

– жесткая конструкция не позволяет клину отклоняться к стенке обсадной колонны после его установки, а в интервалах с резким искривлением ствола или в кавернозных участках «голова» клина может доходить до осевой линии скважины, препятствуя прохождению фрез и долота [1];

– жесткая конструкция не позволяет клину проходить в резко искривленных участках скважины и может приводить к потере клина и даже основного ствола скважины [12].

Конструктивно клинья самой большой длины изготавливаются цементуемые (заливные) из-за большой длины хвостовика и транспортировочного патрубка, или спускного клина [4].

В настоящее время предпочтение отдается клиням-отклонителям с подвижным соединением клина с якорем, называемым шарнирным соединением.

Всё разнообразие конструкций клиньев-отклонителей связано с требованиями развивающейся технологии зарезки и бурения БС из существующих и строящихся скважин в различных геологических условиях. Так, стационарные по технологии установки и применения отличаются от съёмных, к ним предъявляются различные требования по надёжности установки, области применения, ремонтпригодности, стоимости, а значит, и конструктивно они будут отличаться.

Стационарные клинья-отклонители устанавливаются в расчетном интервале скважины для зарезки и бурения БС в заданном направлении. Они остаются в основном стволе скважины на весь период бурения, крепления и эксплуатации БС. В связи с этими требованиями они должны прочно и надёжно закрепляться в любом интервале скважины, иметь износостойкий направляющий жёлоб, сохранять свои конструктивные свойства в течение всего процесса строительства БС и быть относительно дешёвыми. По способу крепления в скважине к ним относятся пласечные и цементируемые (заливные).

Цементируемые – самые простые в изготовлении и надёжные по креплению в скважине. Их невозможно извлечь из скважины, т. к. хвостовик находится в цементном камне [5].

Пласечные, как и цементируемые, были разработаны и применены ещё в 19 веке [2]. Первые конструкции содержали одну плашку, которая выдвигалась по наклонной плоскости толкателем, под действием осевой нагрузки, создаваемой весом колонны бурильных труб на клин-отклонитель, внедрялась в стенку скважины и удерживала клин от смещения и проворота. В процессе повышения технологических требований и совершенствования техники количество плашек увеличивалось, изменялась их конструкция, месторасположение на клине, способы выдвигания в рабочее положение, форма и размеры насечек (зубьев). Несмотря на большое разнообразие разработанных конструкций, эти клинья-отклонители имеют ряд существенных недостатков:

– для их установки необходимо создание искусственного забоя из шлифованного цементного моста, колонны бурильных или насосно-компрессорных труб, мостовой пробки или несъемного пакера, что ведет к увеличению затрат времени и материалов при строительстве БС;

– ослабление закрепления плашек под воздействием вибрации при работе фрез и вследствие этого большая вероятность проворота клина, или его смещение при многократных спуско-подъемных операциях инструмента при бурении и креплении боковых стволов;

– ограниченность выхода плашек из корпуса клина, что приводит к необходимости изготовления отдельных плашек для колонн с различной толщиной стенки, и невозможности закрепления клина-отклонителя в зоне с сильно корродированной, эллипсной, перфорированной или изношенной обсадной колонны.

Съемные (извлекаемые) клинья-отклонители начали применяться в 30-х годах прошлого века. Они были просты в изготовлении и использовались для зарезки и бурения обходных стволов при возникновении аварий в строящихся скважинах. Клин от проворота закреплялся на забое скважины пикообразным наконечником, а зарезку обходного ствола вели долотом меньшего диаметра. Бурение бокового ствола осуществляли пилотным долотом с расширением [3].

Современные съемные клинья-отклонители закрепляются в скважине при помощи механических якорей с упором на цементный мост, мостовую пробку или кольцевой упор, установленный в стыке муфтового соединения обсадной колонны или на гидромеханический пакер.

Механические якоря являются усовершенствованной конструкцией плашечных узлов стационарных клиньев-отклонителей, позволяющих переводить распорные плашки в транспортное положение при извлечении клиньев-отклонителей из скважины. Они обладают недостатками стационарных клиньев-отклонителей с плашечным узлом закрепления описанными выше, но из-за простоты и отработанности конструкции продолжают

применяться до настоящего времени [3, 5]. Это клин-отклонители фирм: «Weatherford», «Schlumberger», «BakerHughes», ОАО «НПП «Бурсервис»», ООО «НПП «БУРИНТЕХ»», ООО «БИТТЕХНИКА» и др.

Гидромеханические пакеры устанавливаются в любом интервале обсадной колонны под действием давления промывочной жидкости и осевой нагрузки, передаваемой через колонну бурильных труб. Эти устройства сложны по конструкции, металлоемки, дорогостоящие и предъявляют повышенные требования к квалификации обслуживающего персонала при эксплуатации, поэтому используются только при строительстве МЗС и РГС, где клинья-отклонители других конструкций неприменимы [1, 3, 4, 12]. Такие клинья-отклонители изготавливают фирмы «Weatherford», ОАО «НПП «Бурсервис»», ООО «НПП «БУРИНТЕХ»», «SmithServices», ООО «БИТТЕХНИКА» и др.

По технологии установки и извлечения из скважины съёмные клинья-отклонители подразделяются на клинья с отдельным спуском и подъемом и на клинья с одновременным спуском и подъемом.

Клинья-отклонители по первой технологии спускаются, ориентируются и устанавливаются в скважине совместно с полноразмерной компоновкой фрез. Они позволяют после отделения компоновки фрез от клина сразу произвести вырезание «окна» в стенке обсадной колонны и зарезку БС необходимого диаметра. После этого компоновка фрез извлекается из скважины. В скважину спускают долото необходимого диаметра и бурят БС. Долото поднимают на поверхность. Затем в скважину спускается специальный инструмент для захвата клина-отклонителя, его снятия и извлечения из скважины. Для осуществления этой операции применяют колокола с удлиненной юбкой или специальные крючки. Успешность операции захвата и извлечения клина-отклонителя составляет 98%. [5]. Крепление БС осуществляют по одной из существующих технологий.

По второй технологии клинья-отклонители спускаются, ориентируются и устанавливаются в скважине совместно с фрезой или долотом меньшего

диаметра, чем долото, которым будет буриться БС. В обсаженной скважине для ориентирования и установки таких клиньев в компоновку обсадной колонны включают специальные кольцевые упоры в расчетных интервалах еще на стадии её сборки и спуска в скважину. В строящейся скважине клинья-отклонители устанавливаются с упором на искусственный забой. Установив клин-отклонитель, производят вырезание «окна» в стенке обсадной колонны и зарезку БС. При извлечении фрезы или долота из скважины одновременно происходит снятие и извлечение клина. Затем в скважину спускается и устанавливается другой клин, облегченной конструкции (дефлектор), с которого производится расширение и калибровка «окна» колонными фрезами и бурение БС долотом необходимого диаметра. Крепление БС производят хвостовиком по существующей технологии без соединения его с обсадной колонной основного ствола. Дефлектор остаётся в скважине на весь период её эксплуатации для направления инструмента в БС при проведении в нем ремонтных работ. Изготовлением такого оборудования и применением его для осуществления данной технологии занимается дочернее предприятие «Sperry Sun» компании «Halliburton».

Фрезы предназначены для прорезания «окна» в стенке обсадной колонны. В середине прошлого века «окно» вырезали райберами, их оснащали твердосплавными пластинами большой длины с очень острыми режущими кромками [1, 3]. Они превращали металл обсадной колонны в крупную стружку и создавали большой момент сопротивления вращению, что уменьшало скорость фрезерования и приводило к поломкам бурильных труб и ротора. В настоящее время для осуществления этой операции их не применяют. Взамен райберов было разработано множество конструкций фрез, различающихся как по форме, так и по оснащению режущими элементами. Для уменьшения момента сопротивления вращению фрезы разделили на части: стартовую, оконную и колонную, которые выполняли каждая свою функцию. Стартовая предназначалась для спуска и установки клина-отклонителя и подготовки упора в стенке обсадной колонны для

фрезы оконной, фреза оконная прорезала «окно», фреза колонная расширила и калибровала вырезанное «окно» [7, 13].

В дальнейшем фрезы стали оснащать специальным сплавом с металлической крошкой из карбида вольфрама, который истирает металл обсадной колонны в мелкие опилки и уменьшает момент сопротивления вращению, что позволяет оптимизировать технологические параметры процесса резания металла – осевую нагрузку на фрезы и частоту их вращения.

С целью увеличения гибкости компоновки фрезерной, уменьшения осевой нагрузки на клин и облегчения врезания фрезы оконной в стенку обсадной колонны в состав компоновки включен гибкий переводник [17].

Выводы

1 Восстановление скважин методом зарезки и бурения БС является одной из актуальнейших проблем нефтегазовой отрасли на сегодняшний день [10, 11, 14-16].

2 Из известных способов выхода из обсадной колонны для зарезки и бурения боковых стволов наиболее распространенным является способ с вырезанием щелевидного «окна» при помощи клина-отклонителя и компоновки фрез.

3 Существующие технологии вырезания «окна» в стенке обсадной колонны и разработанные конструкции клиньев-отклонителей и фрез для их осуществления не обеспечивают при массовом строительстве БС требуемого качества, технологичности и экономичности.

4 Необходимо разработать новые технологии и технические средства для вырезания щелевидного «окна» в стенке обсадной колонны и зарезки боковых стволов, позволяющие повысить качество работ, сократить время и снизить затраты на их выполнение.

Список используемых источников

- 1 Шайхутдинов Р.Т., Бирюков В.Е., Тимошин В.Г. Бурение горизонтальных скважин из эксплуатационных колонн диаметром 146 мм // Нефтяное хозяйство. 1999. № 6. С. 19-20.
- 2 Гусейнов Ф.А., Расулов А.М., Гасанов Т.М. Повышение эффективности зарезки и бурения второго ствола в добывающих скважинах М.: ВНИИОЭНГ, 1985. С. 40-41.
- 3 Гилязов Р.М. Разработка и совершенствование технологий строительства нефтяных скважин с боковыми стволами: дис.... д-ра техн. наук. Уфа: 2003. С. 230-240.
- 4 Статистика // Нефтегазовая вертикаль. 2007. № 5. С. 29-30.
- 5 Гилязов Р.М. Бурение нефтяных скважин с боковыми стволами. М.: Недра, 2002. С. 144-145, 167-168, 171.
- 6 Калинин А.Г., Григорян Н.А., Султанов Б.З. Бурение наклонных скважин: Справочник. М.: Недра, 1990. С. 135-138.
- 7 Амиян А.В., Коджанов А.А., Чепиков Г.М. Вскрытие продуктивного пласта на истощенных месторождениях путем зарезки второго ствола с применением пен. М.: ВНИИОЭНГ, 1976. С. 25-27.
- 8 Самигуллин В.Х., Гилязов Р.М. Результаты эксплуатации комплекса инструмента «КГБ» для забуривания боковых стволов за один рейс // Нефтяное хозяйство. 2007. № 4. С. 25-27.
- 9 Кириллов А.И. Оценка эффективности бурения боковых стволов по месторождениям ОАО «АНК «Башнефть» // Сб. науч. тр. ООО «Башгеопроект». Уфа: изд-во Башгеопроект, 2007. С. 59-64.
- 10 Гауф В.А. Разработка технологий реконструкции малодебитных скважин сооружением боковых стволов: дис.... канд. техн. наук. Тюмень, 2004. С. 88-91.
- 11 Кагарманов Н.Ф., Тимашев Е.М., Бердин Т.Г. Оптимизация технологий разработки нефтяных и газовых месторождений посредством нетрадиционной системы ГС // Материалы седьмого Европейского

симпозиума по увеличению нефтеотдачи пластов. М.: 1993. Т. 2. С. 148-159.

12 Ишбаев Г.Г. Скважинные фрезерные инструменты для ремонта скважин. Уфа: Изд-во Фонда содействия развитию научных исследований, 1997. С. 67-69.

13 Бронзов А., Кульчицкий В., Калинин А. Истоки технологий строительства горизонтальных скважин // Бурение и нефть. 2004. № 10. С. 8-12.

14 Щелкачев В.Н. Важнейшие принципы нефтеразработки. 75 лет опыта. М.: ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2004. С. 12-14.

15 Кагарманов Н.Ф., Давлетбаев М.Р., Самигуллин В.Х. Вскрытие продуктивных пластов горизонтальными скважинами // Межвуз.темат. сб. науч. тр. Уфа: УГНТУ, 1996. С. 144-146.

16 Геолого-промысловые и технологические критерии повышения нефтеизвлечения из сложно построенных терригенных коллекторов за счет бурения горизонтальных стволов на месторождениях с трудноизвлекаемыми запасами / Р.Х. Муслимов, Э.И. Сулейманов, Р.Г. Рамазанов, Р.Б. Хисамов, А.А. Хамидуллина // Материалы Всерос. конф. Ижевск :1998. С. 201-202.

17 Тихонов О.В., Рыбальченко М. Оборудование и инструмент для резки боковых стволов // Технология ТЭК. 2006. № 3. С. 46-47.

References

1 Shajhutdinov R.T., Birjukov V.E., Timoshin V.G. Burenie gorizontal'nyh skvazhin iz jekspluatacionnyh kolonn diametrom 146 mm // Neftjanoe hozjajstvo. 1999. № 6. S. 19-20. [in Russian].

2 Gusejnov F.A., Rasulov A.M., Gasanov T.M. Povyshenie jeffektivnosti zarezki i burenija vtorogo stvola v dobyvajushhih skvazhinah M.: VNIIOJeNG, 1985. S. 40-41. [in Russian].

- 3 Giljazov R.M. Razrabotka i sovershenstvovanie tehnologij stroitel'stva neftjanyh skvazhin s bokovymi stvolami: dis.... d-ra tehn. nauk: Ufa, 2003. S. 230-240.[in Russian].
- 4 Statistika // Neftegazovaja vertikal'. 2007. № 5. S. 29-30. [in Russian].
- 5 Giljazov R.M. Burenie neftjanyh skvazhin s bokovymi stvolami. M.: Nedra, 2002. S. 144-145, 167-168, 171. [in Russian].
- 6 Kalinin A.G., Grigorjan N.A., Sultanov B.Z. Burenie naklonnyh skvazhin: Spravochnik. M.: Nedra, 1990. S. 135-138.[in Russian].
- 7 Amijan A.V., Kodzhanov A.A., Chepikov G.M. Vskrytie produktivnogo plasta na istoshennyh mestorozhdenijah putem zarezki vtorogo stvola s primeneniem pen. M.: VNIIOJeNG, 1976. S. 25-27. [in Russian].
- 8 Samigullin V.H., Giljazov R.M. Rezul'taty jekspluatacii kompleksa instrumenta «KGB» dlja zaburivanija bokovyh stvolov zaodinrejs // Neftjanoe hozjajstvo. 2007. № 4. S. 25-27. [in Russian].
- 9 Kirillov A.I. Ocenka jeffektivnosti burenija bokovyh stvolov po mestorozhdenijam OAO «ANK «Bashneft'» // Sb. nauch. tr. OOO «Bashgeoproekt». Ufa: izd-vo Bashgeoproekt, 2007. S. 59-64. [in Russian].
- 10 Gauf V.A. Razrabotka tehnologij rekonstrukcii malodebitnyh skvazhin sooruzheniem bokovyh stvolov: dis.... kand. tehn. nauk: . Tjumen', 2004. S. 88-91. [in Russian].
- 11 Kagarmanov N.F., Timashev E.M., Berdin T.G. Optimizacija tehnologij razrabotki neftjanyh i gazovyh mestorozhdenij posredstvom netradicionnoj sistemy GS // Materialy sed'mogo Evropejskogo simpoziuma po uvelicheniju nefteotdachi plastov. M., 1993. T. 2. S. 148-159. [in Russian].
- 12 Ishbaev G.G. Skvazhinnye frezernye instrumenty dlja remonta skvazhin. Ufa: Izd-vo Fonda sodejstvija razvitiju nauchnyh issledovanij, 1997. S. 67-69. [in Russian].
- 13 Bronzov A., Kul'chickij V., Kalin A. Istoki tehnologij stroitel'stva gorizont'al'nyh skvazhin // Burenie i neft'. 2004. № 10. S. 8-12. [in Russian].

14 Shhelkachev V.N. Vazhnejshie principy nefterazrabotki. 75 let opyta. M.: FGUP Izd-vo «Nef't i gaz» RGU nefti i gaza im. I.M. Gubkina, 2004. S. 12-14.[in Russian].

15 Kagarmanov N.F., Davletbaev M.R., Samigullin V.H. Vskrytie produktivnyh plastov gorizontal'nymi skvazhinami // Mezhvuz. tematiceskij sb. nauch. tr. Ufa: UGNTU, 1996. S. 144-146.[in Russian].

16 Geologo-promyslovye i tehnologicheskie kriterii povysheniya nefteizvlecheniya iz slozhnopostroennyh terrigennyh kollektorov za schet burenija gorizontal'nyh stvolov na mestorozhdenijah strudnoizvlekaemymi zapasami / MuslimovR.H., SulejmanovJe.I., RamazanovR.G., HisamovR.B., HamidullinaA.A. // Materialy Vseros. konf. Izhevsk:1998. S. 201-202. [in Russian].

17 Tihonov O.V., Rybal'chenko M. Oborudovanie i instrument dlja zarezki bokovyh stvolov // Tehnologija TJeK. 2006. № 3. S. 46-47.[in Russian].

Сведения об авторах

About the authors

Ганцгорн А.М., магистрант, группа МГБ01з-13-01, кафедра «Бурение нефтяных и газовых скважин», ФГБОУ ВПО УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

A.M. Gancgorn, Master Student of MGB01z-13-01 Group of the Chair “Drilling Oil and Gas Wells” FSBEI HPE USPTU, Ufa, the Russian Federation

Фаршатов Р.Р., магистрант, группа МГБ01з-13-01, кафедра «Бурение нефтяных и газовых скважин», ФГБОУ ВПО УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

R.R. Farshatov, Master Student of MGB01z-13-01 Group of the Chair “Drilling Oil and Gas Wells” FSBEI HPE USPTU, Ufa, the Russian Federation
e-mail: USPTU-FG@yandex.ru