

DOI: <https://doi.org/10.25689/NP.2023.2.150-164>

EDN NRHGBX

УДК 622.248.67

Анализ промыслового опыта по зарезке боковых стволов с применением оборудования различных сервисных компаний на объектах ПАО «Татнефть»

¹Насыров А.Л., ¹Мухаметшин А.А., ²Сайтбаталов Р.Р., ²Гараева А.Ф.

¹Институт «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть», Бузульма, Россия

²Альметьевский государственный нефтяной институт (АГНИ), Альметьевск, Россия

Analysis of field experience in sidetracking operations using equipment of different service companies at Tatneft's fields

¹A.L. Nasyrov, ¹A.A. Mukhametshin, ²R.R. Saitbatalov, ²A.F. Garaeva

¹TatNIPIneft Institute PJSC TATNEFT, Bugulma, Russia

²Almetyevsk State Oil Institute (AGNI), Almetyevsk, Russia

E-mail: nal@tatnipi.ru

Аннотация. В статье представлен сравнительный анализ техники и технологии вырезания окна в стенке обсадной колонны и зарезки боковых стволов из существующих скважин отечественных и зарубежных сервисных компаний. Выявлены основные недостатки существующих клиньев-отклонителей и фрез для осуществления этой технологической операции и применяемого бурового оборудования, в частности буровых труб большего диаметра и жесткости. Толстостенные бурильные трубы диаметром 89 мм (ТБТ-89), устанавливаемые над фрезерной компоновкой, не позволяют ей отклоняться по направлению желоба клина, вследствие этого происходит фрезерование тела клина, а не стенки обсадной колонны. В нижней части окна накапливаются обломки колонны, которые из-за своей подвижности не позволяют продолжить фрезерование стенки колонны. Для улучшения технологических режимов вырезания окна необходимо применять бурильные трубы меньшего диаметра и жесткости. Даны рекомендации по изменению конструкции клиньев и фрез с целью повышения эффективности технологической операции зарезки боковых стволов, исключения аварийных ситуаций, сокращения спуско-подъемных операций.

Ключевые слова: фрезерная компоновка, клин-отклонитель, фреза, райбер, желоб клина, якорь, профильная труба, цементный мост, конфигурация окна в обсадной колонне, резка бокового ствола, осевая нагрузка

Для цитирования: Насыров А.Л., Мухаметшин А.А., Сaitбaтaлов Р.Р., Гараева А.Ф. Анализ промыслового опыта по резке боковых стволов с применением оборудования различных сервисных компаний на объектах ПАО «Татнефть» // Нефтяная провинция.-2023.-№2(34).-С. 150-164. - DOI <https://doi.org/10.25689/NP.2023.2.150-164>. - EDN NRHGBX

Abstract. The paper presents a comparative analysis of equipment and technologies provided by Russian and foreign service companies for milling the casing exit and drilling sidetrack holes out of parent wellbore. The major disadvantages of existing deflection wedges, milling cutters and drilling equipment, particularly large diameter and rigidity drill pipes, are identified. Heavy-wall 89 mm drill pipes (ТВТ-89) installed above the milling assembly do not enable deflection of the latter in the direction of wedge groove, thus resulting in cutting through wedge body rather than casing wall. Pieces of casing and debris accumulated in the lower portion of casing window do not allow to continue milling operation. To improve casing exit process performance, it is necessary that smaller diameter and smaller rigidity drill pipes be used. Recommendations are provided for wedge and cutter design improvements to increase the performance of sidetracking operations, eliminate emergencies and reduce the overall tripping time.

Key words: milling assembly, deflection wedge, milling cutter, reaming mill, wedge guiding groove, anchor, profiled pipe, cement plug, casing window configuration, sidetracking, axial load

For citation: A.L. Nasyrov, A.A. Mukhametshin, R.R. Saitbatalov, A.F. Garaeva Analiz promyslovogo opyta po zarezke bokovykh stvolov s primeneniym oborudovaniya razlichnykh ser-visnykh kompaniy na ob"yektakh PAO «Tatneft'» [Analysis of sidetracking experience at tatneft's fields using equipment of different service companies] Neftyanaya Provintsiya, No. 2(34), 2023. pp. 150-164. DOI <https://doi.org/10.25689/NP.2023.2.150-164>. EDN NRHGBX (in Russian)

В статье представлен анализ и промысловый опыт по резке боковых стволов (БС) и боковых горизонтальных стволов (БГС) из существующего фонда скважин, по результатам которых проводилось совершенствование существующих и создание новых технических средств, позволяющих осуществлять энерго- и ресурсосберегающие технологии по реконструкции скважин.

В ПАО «Татнефть» широкое применение технологий резки и бурения БС из малопродуктивных и простаивающих скважин началось в

конце 90-х гг. [1]. Одновременно применялись два способа выхода из обсадной колонны и зарезки БС с полным удалением части эксплуатационной колонны при помощи вырезающего устройства с последующей установкой цементного моста и вырезанием щелевидного окна с клина-отклонителя компоновкой фрез. Продолжительность операции по обоим способам составляла от 5 до 7 сут. Второй способ осуществлялся с использованием зарубежных устройств. В институте «ТатНИПИнефть» разработаны и массово внедрены в производство клинья-отклонители с якорем из профильной трубы, соединенные с фрезами, что позволило второму способу стать приоритетным в ПАО «Татнефть».

Анализ научной литературы и патентных материалов показал, что эффективность технологии вырезания окна в стенке обсадной колонны, зарезки и бурения БС и БГС в первую очередь зависит от конструкции вырезающего инструмента и прочности обрабатываемого металла. Обсадные колонны изготовлены из стали высокой прочности [2, 3], поэтому для фрезерования такого металла необходим специальный инструмент, который будет врезаться в стенку обсадной колонны и производить её резание. При этом создание отклоняющей силы на фрезы или райберы, которая будет вдавливать их резцы в стенку обсадной колонны, осуществляется отклоняющим клином и весом бурового инструмента, а движение резцам придаётся путем вращения фрез колонной бурильных труб ротором, и тем самым производится резание стенки обсадной колонны.

Проведенный анализ вырезающего инструмента показал, что взамен райберов, которые были предназначены для восстановления внутреннего диаметра и расфрезеровывания смятых обсадных труб, металлических предметов и разбуривания цемента при ликвидации аварии, разработано множество конструкций фрез, различающихся как по форме, так и по оснащению режущими элементами. Это связано с тем, что концепция развития техники и технологии зарезки и бурения БС потребовала отказаться от

использования райберов, которые оснащались твердосплавными пластинами, не предназначенными для работы в скважинных условиях [4, 5]. В процессе фрезерования окна они превращали металл обсадной колонны в крупную стружку и способствовали созданию высокого крутящего момента бурового инструмента, что приводило к поломкам бурильных труб и бурового оборудования. Кроме этого, крупную стружку было трудно удалять из скважины восходящим потоком промывочной жидкости, что снижало механическую скорость фрезерования, а ее накопление на инструменте увеличивало вероятность его прихвата.

То же самое можно сказать и про клинья-отклонители, ранние конструкции которых изготавливали с плоской отклоняющей поверхностью из-за простоты их изготовления, а современные имеют желобообразную поверхность для отклонения инструмента [6–8]. Конфигурация окна, вырезанного в стенке обсадной колонны с использованием плоского клина-отклонителя, имеет неправильную форму, что создает в последующем препятствие свободному прохождению компоновок для бурения БС через окно и затрудняет прохождение хвостовика для его крепления. Применение клиньев с желобообразной поверхностью позволило увеличить площадь соприкосновения с фрезами (на рис. 1 показано красным цветом), уменьшить удельную нагрузку на желоб и удерживать фрезерную компоновку в заданном направлении.

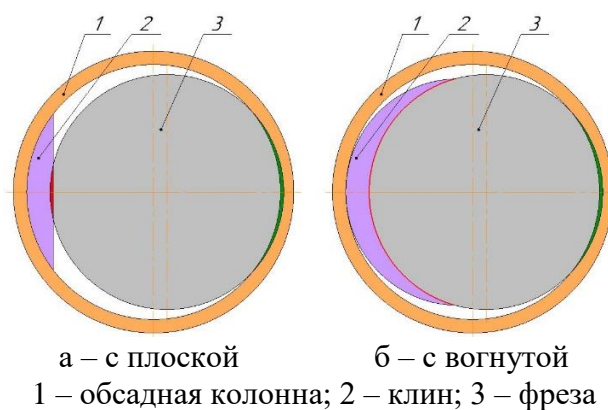


Рис. 1. Величина контактной поверхности клина с фрезой при различном конструктивном исполнении отклоняющей поверхности клина

Зарубежные и отечественные сервисные компании постоянно занимаются совершенствованием техники и технологии по вырезанию окна и зарезки БС. Наибольшую активность в этой области техники и технологии проявляли представители компаний Weatherford Lamb Inc., Baker Hughes Incorporated, Schlumberger Technology Corporation и др. Отечественные компании ООО «БИТТЕХНИКА», ООО НПП «Буринтех», ООО «Инкос» и др. также постоянно работают в этом направлении, но их разработки в большинстве случаев копируют зарубежные аналоги.

Оценить работоспособность и применимость техники и технологии этих компаний на месторождениях ПАО «Татнефть» было решено проведением опытно-промышленных работ (ОПР) с участием специалистов компаний [9]. В начале 2013 г. в скв. 19752бс Ромашкинского месторождения НГДУ «Азнакаевскнефть» опробована система для вырезания окна с извлекаемым клином-отклонителем КОГМ-135И компании ООО «БИТТЕХНИКА», который спускается, ориентируется и устанавливается в скважине совместно с полноразмерной компоновкой фрез (Рис. 2).



Рис. 2. Клино-отклонитель гидромеханический извлекаемый КОГМ-135И

Однако проведение испытаний пришлось остановить из-за технических проблем с установкой клина-отклонителя, в частности закреплением якоря в обсадной колонне. После отсоединения компоновки фрез от клина-отклонителя разгрузкой инструмента до 100 кН инструмент подняли на 2 м выше головы клина. При этом зафиксирована затяжка величиной 25 кН. Для проверки надежности закрепления клина-отклонителя на него приложили осевую нагрузку 40 кН, при которой отмечено его движение вниз, т.е. закрепления клина-отклонителя в обсадной колонне не произошло. Неоднократные попытки его закрепления оказались безрезультатными, при этом он был сдвинут с проектного места установки на 16 м. Ввиду недостижения

проектных показателей, предусмотренных программой ОПР, принято решение произвести вырезание окна и зарезку БС по стандартной технологии при помощи клина-отклонителя КОТ-168, разработанного в ТатНИПИнефти.

В конце 2013 г. в скв. 4063бс Зай-Каратайской площади НГДУ «Ленингорскнефть» испытана система для вырезания окна компании Weatherford с клином-отклонителем серии Quickcut с якорем MultiCatch, активируемым с упором на цементный мост (Рис. 3). Окно в стенке обсадной колонны с условным диаметром 146 мм длиной 4,3 м вырезано за три спуско-подъемные операции (СПО) тремя компоновками фрез. В итоге на вырезание окна и зарезку БС затрачено 135,5 ч [8, 9].



Рис. 3. Система для вырезания окна компании Weatherford

С целью повышения эффективности работ по зарезке и бурению БС на внешних территориях компании «Татнефть» и отработки новых конструкций систем для вырезания окна на внутренних объектах в 2021 г. проведены испытания оборудования КОГ-146 производства ООО «Уфабурмаш», представленного на рис. 4. Для этого подобрана скв. 20761бс Альметьевской площади НГДУ «Альметьевнефть» с эксплуатационной колонной диаметром 146×8 мм. Технология вырезания окна предусматривает проведение двух СПО (выбор связан с конструктивными особенностями скважин, предлагаемых к реконструкции методом зарезки и бурения БС):

- 1) спуск, ориентирование и установку клина-отклонителя;
- 2) спуск компоновки фрез для вырезания окна и углубления технологического кармана.

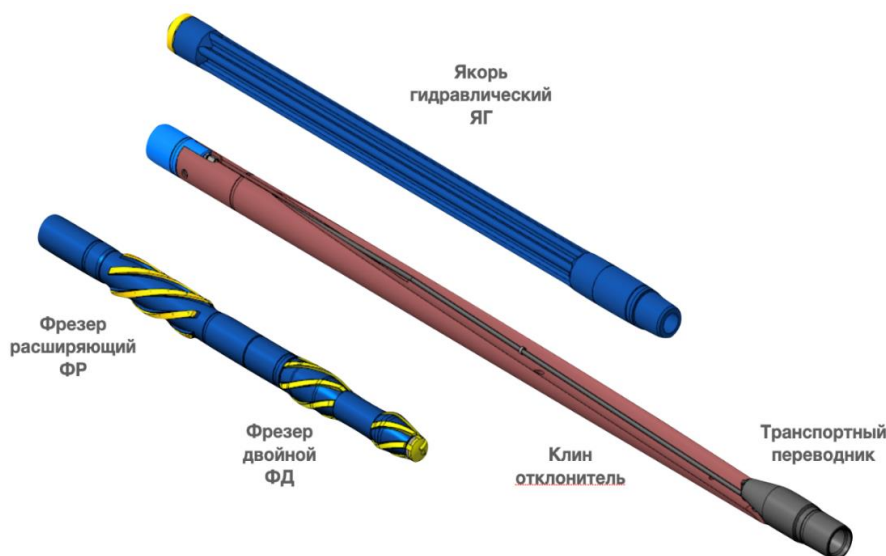


Рис. 4. Система для вырезания окна КОГ-146

Установка клина-отклонителя в скважине на глубине 1552 м проведена по плану в штатном режиме. Однако в ходе выполнения работ по вырезанию окна в интервале 1552–1552,4 м отмечено неоднократное повышение давления промывочной жидкости до 20 МПа при рабочем давлении 8 МПа. При подъеме инструмента от забоя давление стабилизировалось до рабочих параметров. Попытки продолжить фрезерование окна положительного результата не принесли, в связи с чем было принято решение о подъеме фрезерной компоновки на поверхность для ревизии. Визуальный осмотр фрез каких-либо повреждений не выявил, а измерение рабочих диаметров показало отсутствие износа фрезерующих элементов. Выяснилось, что повышение давления происходило вследствие конструктивной недоработки двойного фреза, повлекшей перекрытие промывочного канала. Окно вырезали фрезами компании ООО «Иннойл».

После устранения выявленных недостатков в скв. 19176с Альметьевской площади НГДУ «Альметьевнефть» провели повторные испытания КОГ-146. Окно в стенке эксплуатационной колонны с условным диаметром 146×7 мм вырезано в интервале 1542–1545 м за 9,67 ч. Еще 3,5 ч затратили на углубление технологического кармана до отметки 1548 м. Для ориентируемой зарезки пилотной части БС собрана и спущена следующая

компоновка низа бурильной колонны (КНБК): трехшарошечное долото 123,8 мм, винтовой забойный двигатель (ВЗД) с углом перекоса осей $1^{\circ}40'$, а также телесистема Tensor GE. СПО через окно данной КНБК и последующих компоновок для бурения БС до проектного горизонта проведены без осложнений.

Незапланированное сравнение двух систем для вырезания окна отечественных сервисных компаний проведено на скв. 27511бгс Ромашкинского месторождения НГДУ «Азнакаевскнефть», где технология по вырезке окна в стенке эксплуатационной колонны диаметром $146 \times 8,5$ мм применена дважды. В данной скважине работы проводились отдельным сервисом, вырезание окна осуществляла бригада КРС ООО «Гольфстрим» с установки АПРС-40, а бурение БГС и крепление хвостовика выполняла бригада по бурению ООО «Гольфстрим» с мобильной установки БАРС-100.

Установили клин-отклонитель компании ООО «Современные Технологии» (Рис. 6) на глубине 862 м (голова клина) и вырезали окно за три СПО двумя различными компоновками фрез, затратив при этом 15,5 ч.



Рис. 6. Клин-отклонитель для зарезки бокового ствола типа ОТ-146

Механическая скорость вырезания окна в интервале 862–865 м (первое окно) изменялась в диапазоне от 0,1 до 0,6 м/ч при следующих режимах фрезерования: нагрузка 5–35 кН, частота вращения ротора 50–60 об/мин, давление 4–6 МПа, крутящий момент 1,5–5,0 кН·м. В интервале 864–864,5 м отмечено снижение скорости фрезерования с 0,5 до 0,1 м/ч, а при достижении глубины 864,5 м отсутствие проходки. В связи с этим выполнены две внеплановые СПО по смене состава КНБК и фрезерующего инструмента.

После подъема на поверхность и разборки КНБК осмотр и измерение фрез не выявил их износа. Однако в ходе осмотра толстостенной бурильной трубы диаметром 89 мм (ТБТ-89), установленной над фрезерной компоновкой с целью повышения качества вырезаемого окна, отмечены следы работы тела трубы о верхний край стенки обсадной колонны в виде кольцевых выработок. Спуском новой компоновки фрез произвели углубление технологического кармана в интервале 865–868 м, затратив 13 ч. В процессе бурения БГС различными КНБК осложнений с прохождением инструмента через окно не отмечено.

Причина, из-за которой возникла необходимость в вырезании дополнительного окна, в следующем. При бурении БГС не подтвердился структурный план участка, и фактическая кровля целевого пласта оказалась на 8 м ниже плановой абсолютной отметки. Появились высокие риски вскрытия водонасыщенного коллектора, что впоследствии подтвердилось изменением параметров бурового раствора при вскрытии целевого пласта. В связи с высокой вероятностью недостижения инвестиционных показателей специалистами «Татнефть-Добыча» предложен вариант бурения в восточном направлении, в зону повышенных гипсометрических отметок. Поэтому для достижения проектных координат БС принято решение о вырезании окна в интервале 852–855 м (второе окно) с использованием системы для вырезания окна другой сервисной компании ООО «Иннойл» (Рис. 7).



Рис. 7. Система для вырезания окна INCO-146

Перед началом работ проведен теоретический и практический анализ причин отсутствия проходки и кольцевого износа ТБТ-89 при вырезании

первого окна. Для этого выполнены следующие расчеты. Длина вырезаемого окна определена из выражения:

$$L = \frac{D_{от}}{\tan \beta}, \quad (1)$$

где $D_{от}$ – диаметр отклонителя, мм; $\tan \beta$ – угол наклона (скоса) клина, град.

Расчет показал, что длина окна, вырезаемого фрезерной компоновкой с использованием клина диаметром 116 мм и углом наклона (скоса) $2,5^\circ$, составляет 2,6 м. При вырезании первого окна проходка от верхней части (головы) клина составила 2,5 м, что указывает на потерю выработки в нижней части отклоняющего желоба клина.

Осевой момент инерции сечения (определяет жёсткость трубы) ТБТ диаметром $89 \times 18,25$ мм определен из выражения:

$$J_x = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64}, \quad (2)$$

где d – внутренний диаметр трубы, мм; D – наружный диаметр трубы, мм.

Момент сопротивления сечения (определяет прочность трубы) ТБТ диаметром $89 \times 18,25$ мм рассчитан по формуле:

$$W_x = \frac{2 \cdot J_x}{D}, \quad (3)$$

где D – наружный диаметр трубы, мм.

Практические расчеты показали, что величины $J_x = 270,7 \text{ см}^4$ и $W_x = 60,8 \text{ см}^3$ определяющие жесткость и прочность ТБТ-89 соответственно, превышают жесткость бурильной трубы диаметром $89 \times 8,0$ мм (СБТ-89) на 60 %.

На основании проведенных расчетов и опыта работ предположили, что основными причинами снижения скорости фрезерования и прекращения проходки в данном интервале могла стать избыточная жесткость КНБК и малые кольцевые зазоры (напомним, что внутренний диаметр эксплуатационной колонны составляет 129 мм, а рабочий диаметр двойного фреза – 127 мм), которые способствовали образованию (созданию) в нижней части

желоба клина уступа, не позволившего оконной фрезе беспрепятственно выйти из колонны. Также в совокупности эти причины могли спровоцировать отрыв не полностью отфрезерованной стенки обсадной трубы (возможно, образовалось множество таких кусочков), которая создавала препятствия для фрезерования окна и затяжки при подъёме.

Подтверждением данных предположений стала вырезка окна в интервале 852–855 м с установленной над фрезерной компоновкой СБТ-89, проведенная за одну СПО (без смены состава бурильной колонны). Окно длиной 3 м вскрыто за 10,67 ч при следующих режимах фрезерования: нагрузка 3–40 кН, частота вращения ротора 55–60 об/мин, крутящий момент 2–5 кН·м, давление промывочной жидкости 4,5–8,0 МПа, расход промывочной жидкости 36–43,2 м³/ч.

Углубиться в породу фрезерной компоновкой удалось до отметки 855,8 м за 8,83 ч, выполнив при этом внеплановую СПО для ревизии фрез и замены изношенной фрезы. С целью сокращения временных затрат и в связи с тем, что проходка от верхней части клина составила более 3 м, а рассчитанная выше длина окна равна 2,6 м, для зарезки пилотной части БС спущена ориентируемая КНБК с трехшарошечным долотом. Интервал 855,8–890 м пробурили с механической скоростью 3,8 м/ч. Прохождение через окно различных КНБК для бурения БС свободное. Решение по углублению пилотной части БС с использованием долота в настоящее время применяется на тех скважинах, где после выхода оконного фреза из обсадной колонны углубиться в горную породу фрезерной компоновкой не удастся.

Временные итоги по скважине следующие. Работы по вырезанию окна и углублению технологического кармана фрезерной компоновкой в интервале 862–868 м подрядчиком по КРС выполнены за три СПО, при этом затрачено 54 ч (2,25 сут). Подрядчиком по бурению на эти работы, но уже в

интервале 852–855,8 м затрачено 30,5 ч (1,27 сут) с учетом одной внеплановой СПО.

Другим положительным примером по уменьшению жесткости трубы, установленной над фрезерной компоновкой для вырезания окна, является скв. 8983 Дбс НГДУ «Лениногорскнефть», где для фрезерования окна в эксплуатационной колонне 146×7,7 мм в интервале 1432–1435 м применены модернизированные фрезы с удлиненной рабочей частью. При соблюдении технологических режимов фрезерования окно вырезано за 12 ч со средней механической скоростью 0,25 м/ч без осложнений (работы проводились бригадой КРС по отдельному сервису). По результатам технологических исследований ООО «Ойлпромсервис» в течение всего периода реконструкции скважины (257,25 ч) осложнений, связанных с проходимость различных компоновок через окно в обсадной колонне, не зафиксировано.

Проанализировав и изучив опыт работ по вырезанию окна фрезерной компоновкой с применением ТБТ-89 в составе бурильной колонны, пришли к выводу, что внеплановые СПО для ревизии фрез, связанные с прекращением проходки, происходят в основном в скважинах, обсаженных обсадной колонной диаметром 146 мм и внутренним диаметром менее 131 мм. С целью исключения внеплановых СПО, а также предотвращения аварийных ситуаций с оставлением элементов КНБК в скважине при вырезке окна принято решение об изменении состава КНБК для уменьшения ее жесткости.

Для формирования окна полноразмерного профиля необходимо увеличить длину фрезерной компоновки так, чтобы при работе оконной фрезы в нижней части клина (при выходе из окна) фрезерующие элементы расширяющего фреза зачищали и калибровали верхнюю часть окна. При этом с увеличением жесткости бурового инструмента с компоновкой фрез угол отклонения жёлоба от оси клина необходимо уменьшить до 2°, т.к. фрезы будут стремиться изнашивать тело клина, и большая часть энергии будет

расходо­ваться на исти­ра­ние тела клина, а не на вырезание окна в стенке об­садной колонны.

Выводы:

1. Основными недостатками зарубежных и отечественных клиньев-отклонителей являются сложность конструкции якоря и низкая надежность его закрепления в обсадной колонне.

2. Клинья-отклонители с якорем из профильной трубы, разработанные в ТатНИПИнефти, лишены этих недостатков.

3. В КНБК для вырезания окна первая труба после компоновки фрез должна иметь большую гибкость.

4. Необходимо продолжить работы по совершенствованию конструкции фрез с целью увеличения режущей способности стенки обсадной колонны и разрушения горных пород ниже окна.

Список литературы

1. Мухаметшин А.А., Ахмадишин Ф.Ф., Зубарев В.И. Анализ методов выхода из эксплуатационной колонны для бурения боковых стволов в ОАО «Татнефть» // Нефтяное хозяйство. – 2007. – № 7. – С. 34-35.
2. Иогансен К.В. Спутник буровика: справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1986. – 294 с.
3. ГОСТ 632-80. Трубы обсадные и муфты к ним. Технические условия: межгосударственный стандарт: издание официальное: дата введения 1983-01-01. – М.: Стандартинформ, 2010. – 50 с.
4. Федорычев В.А. Техника и технология забуривания дополнительных стволов из обсаженных скважин. – М.: ВНИИОЭНГ, 1982. – 52 с. – (Сер. Бурение: обзор. информ. / ВНИИОЭНГ; вып. 5 (23).
5. Клименченко М.Г., Микерин Б.П. Восстановление бездействующих скважин методом резки второго ствола. – М.: Недра, 1965. – 89 с.
6. Насыров А.Л., Мухаметшин А.А. Разработка отклонителей для забуривания боковых стволов без установки цементных мостов // Техника, технология и экономика разработки и эксплуатации нефтяных месторождений Татарстана в начале XXI века: тез. докл. молодежной науч.-практ. конф. ОАО «Татнефть», 30 марта 2001 г. – Альметьевск, 2001. – С. 20-22.
7. Классификация клиньев-отклонителей / А.А. Мухаметшин, Д.В. Максимов, К.В. Мелинг, Р.Х. Илалов, Т.А. Мухаметшин // Экспозиция Нефть Газ. – 2011. – № 2/Н. – С. 9-11.
8. Мухаметшин А.А., Насыров А.Л. История и современный опыт применения клиньев-отклонителей с различным дизайном отклоняющей поверхности // Инженер-нефтяник. – 2020. – № 3. – С. 5-12.

9. Мухаметшин А.А. Опыт применения в ПАО «Татнефть» извлекаемых клиньев-отклонителей отечественного и зарубежного производства // Сборник научных трудов ТатНИПИнефть / ПАО «Татнефть». – Набережные Челны: Экспозиция Нефть Газ, 2017. – Вып. 85. – С. 322-332.

References

1. Mukhametshin A.A., Akhmadishin F.F., Zubarev V.I. Analiz metodov vykhoda iz ekspluatatsionnoy kolonny dlya bureniya bokovykh stvolov v OAO Tatneft [Analysis of production casing exit methods for sidetrack drilling in OAO Tatneft]. Neftyanoe Khozaistvo [Oil Industry], 2007, No. 7, pp. 34-35. (in Russian)
2. Iogansen K.V. Sputnik burovika [Driller's companion]: Handbook, 2nd ed., rev. and add. Moscow: Nedra Publ., 1986. 294 P. (in Russian)
3. GOST 632-80. Truby obsadnye i mufty k nim. Tekhnicheskie usloviya. [Casing pipes and couplings. Specifications]. Moscow: Standartinform, 2010. 50 P. (in Russian)
4. Fedorychev V.A. Tekhnika i tekhnologiya zaburivaniya dopolnitelnykh stvolov iz obsazhennykh skvazhin. [Equipment and technologies of sidetrack drilling from cased wells]. VNIIOENG, 1982. 52 P. (in Russian)
5. Klimenchenko M.G., Mikerin B.P. Vosstanovlenie bezdeystvuyushchikh skvazhin metodom zarezki vtorogo stvola [Rehabilitation of idle wells by sidetracking]. Moscow: Nedra Publ., 1965, 89 P. (in Russian)
6. Nasyrov A.L., Mukhametshin A.A. Razrabotka otkloniteley dlya zaburivaniya bokovykh stvolov bez ustanovki tsementnykh mostov [Development of whipstocks for lateral drilling without installation of cement plugs]. Abstracts of the Conference of Young Specialists of OAO TATNEFT. Almetyevsk, 2001, pp. 20-22. (in Russian)
7. Mukhametshin A.A., Maksimov D.V., Meling K.V., Ilalov R.Kh., Mukhametshin T.A. Klasifikatsiya klinyev-otkloniteley [Classification of deflection wedges]. Ekspozitsiya Neft' Gaz [Exposition Oil Gas], 2011, No. 2/H, pp. 9-11. (in Russian)
8. Mukhametshin A.A., Nasyrov A.L. Istoriya i sovremennyi opyt primeneniya klinev-otkloniteley s razlichnym dizaynom otklonyayushchey po-verhnosti [Evolution and present-day applications of deflection wedges with different deflecting surface configurations], Inzhener-neftyanik [Petroleum Engineer], 2020, No. 3, pp. 5-12. (in Russian)
9. Mukhametshin A.A. Opyt primeneniya v PAO Tatneft izvlekaemykh klinev-otkloniteley otechestvennogo i zarubezhnogo proizvodstva [Experience in application of Russian and foreign retrievable deflection wedges in TATNEFT PJSC]. Collection of research papers of TatNIPIneft Institute – PJSC TATNEFT. Ekspozitsiya Neft' Gaz [Exposition Oil Gas], Vol. 85, pp. 322-332. (in Russian)

Сведения об авторах

Насыров Азат Леонардович, научный сотрудник, институт «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина
Россия, 423236, г. Бугульма, ул. Джалиля, 32
E-mail: nal@tatnipi.ru

Мухаметшин Алмаз Адгамович, к.т.н., ведущий научный сотрудник, институт «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина
Россия, 423236, г. Бугульма, ул. Джалиля, 32
E-mail: maa@tatnipi.ru

Саитбаталов Рамиль Ринатович, студент, магистратура, 1 курс, ГБОУ ВО Альметьевский государственный нефтяной институт (АГНИ)
Россия, 423462, г. Альметьевск, ул. Ленина, 2
E-mail: ramil4952000@bk.ru

Гараева Алина Фанилевна, студент, магистратура, 2 курс, ГБОУ ВО Альметьевский государственный нефтяной институт (АГНИ)
Россия, 423462, г. Альметьевск, ул. Ленина, 2
E-mail: garaevaaa99@gmail.com

Authors

A.L. Nasyrov, Research Associate, TatNIPIneft Institute – PJSC TATNEFT
32, M. Djalil st., Bugulma, 423236, Russian Federation
E-mail: nal@tatnipi.ru

A.A. Mukhametshin, PhD, Lead Research Associate, TatNIPIneft Institute – PJSC TATNEFT
32, M. Djalil st., Bugulma, 423236, Russian Federation
E-mail: maa@tatnipi.ru

R.R. Saitbatalov, 1st year Mater Student, Almeteyevsk State Oil Institute (AGNI)
2, Lenin st., Almeteyevsk, 423462, Russian Federation
E-mail: ramil4952000@bk.ru

A.F. Garaeva, 2nd year Mater Student, Almeteyevsk State Oil Institute (AGNI)
2, Lenin st., Almeteyevsk, 423462, Russian Federation
E-mail: garaevaaa99@gmail.com

Статья поступила в редакцию 16.05.2023
Принята к публикации 15.06.2023
Опубликована 30.06.2023