

DOI: <https://doi.org/10.25689/NP.2024.2.254-271>

EDN LHMEJG

УДК 622.245.1

**Анализ многофункциональных башмаков для спуска
обсадных колонн и профильных перекрывателей в
горизонтальные скважины и дополнительные стволы
многозабойных скважин**

¹Мухаметшин А.А., ¹Насыров А.Л., ²Тарасов И.Н., ²Хакимов А.З.

¹Институт «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина,
Альметьевск, Россия

²ГБОУ ВО «Альметьевский государственный технологический университет – Высшая
школа нефти», Альметьевск, Россия

**Analysis of multi-function guide shoes for running casing strings
and profile liners into horizontal and multilateral wells**

¹A.A. Mukhametshin, ¹A.L. Nasyrov, ²I.N. Tarasov, ²A.Z. Khakimov

¹TatNIPIneft Institute – PJSC TATNEFT, Almeteyevsk, Russia

²Almeteyevsk State University of Technology – Higher Petroleum School, Almeteyevsk, Russia

E-mail: maa@tatnipi.ru

Аннотация. В связи с увеличивающимся количеством строительства горизонтальных скважин (ГС) и боковых горизонтальных стволов (БГС) установлено, что существующие технологии спуска обсадных колонн со стандартными башмаками не в полной мере отвечают новым требованиям и в большинстве случаев не обеспечивают безаварийное доведение колонн до забоя. Приходилось извлекать обсадные колонны, многократно прорабатывать и промывать горизонтальные участки ствола и затем повторно спускать колонны или фильтры. Особенно усложняется технология в БГС в связи с необходимостью прохождения оборудования через окно, малыми диаметрами ствола, высокой технологичностью объектов бурения (ППД, отборы, высокая динамика выполнения геологических мероприятий и т.д.), большой степенью неопределенности информации в графиках совмещенных давлений, что приводит к таким видам осложнений, как непредсказуемые катастрофические зоны поглощения, газо-, нефтепроявления, осыпи, дифференциальные прихваты и прочее. Большой опыт отечественных и зарубежных сервисных

© Мухаметшин А.А., Насыров А.Л., Тарасов И.Н., Хакимов А.З., 2024

компаний показал, что строительство БГС и многозабойных скважин в условиях интенсивно разрабатываемых месторождений, находящихся на поздней стадии эксплуатации, неизбежно сопряжено с большими сложностями и высокой аварийностью работ, что обуславливает необходимость разработки более эффективных технических и технологических решений.

Ключевые слова: *горизонтальная скважина, боковой горизонтальный ствол, многозабойная скважина, обсадная колонна, хвостовик, посадочная головка, направляющий извлекаемый башмак*

Для цитирования: Мухаметшин А.А., Насыров А.Л., Тарасов И.Н., Хакимов А.З. Анализ многофункциональных башмаков для спуска обсадных колонн и профильных перекрывателей в горизонтальные скважины и дополнительные стволы многозабойных скважин // Нефтяная провинция.-2024.-№2(38).- С. 254-271. - DOI <https://doi.org/10.25689/NP.2024.2.254-271>. - EDN LHMEJG

Abstract. The trend toward drilling more horizontal wells and horizontal sidetracks has revealed that the existing technologies for running casing strings with conventional shoes do not fully meet new requirements and in most cases cannot ensure trouble-free casing run to target depth. This necessitates pulling the casing strings out of hole, multiple reaming and flushing operations in horizontal hole sections and rerunning of casing strings or perforated sections in hole. The technology is more challenging in horizontal sidetracks because drilling equipment has to pass through casing window and also due to small hole diameters, high probability of technogenic impacts within drilling targets (reservoir pressure maintenance, production operations, extensive production enhancement and well intervention activities, etc.), high degree of data uncertainty in pressure-versus-depth plots, which results in operational problems, such as unexpected severe circulation losses, gas and oil shows, hole sloughing, differential sticking and so on. Vast experience of Russian and foreign service companies has shown that construction of horizontal sidetracks and multilateral wells in intensively developed fields at the late stage of development is inevitably associated with big challenges and high accident risks, which necessitates development of more efficient process equipment and technological solutions.

Key words: *horizontal well, horizontal sidetrack, multilateral well, casing string, liner, setting head, retrievable guide shoe*

For citation: A.A. Mukhametshin, A.L. Nasyrov, I.N. Tarasov, A.Z. Khakimov Analiz mnogofunktsional'nykh bashmakov dlya spuska obsadnykh kolonn i profil'nykh perekryvateley v gorizontal'nyye skvazhiny i dopolnitel'nyye stvoly mnogozaoboynykh skvazhin [Analysis of multi-function guide shoes for running casing strings and profile liners into horizontal and multilateral wells]. Neftyanaya Provintsiya, No. 2(38), 2024. pp. 254-271. DOI <https://doi.org/10.25689/NP.2024.2.254-271>. EDN LHMEJG (in Russian)

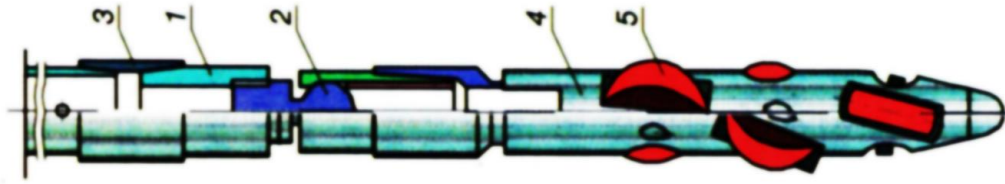
В статье представлен анализ отечественных и зарубежных технических устройств для осуществления технологии спуска обсадных колонн в горизонтальные скважины (ГС), боковые горизонтальные стволы (БГС), дополнительные стволы многозабойных скважин (МЗС) и результаты разработки новых направляющих башмаков, позволяющих повысить эффективность строительства скважин.

Крепление данных скважин сопровождается неустойчивостью ствола (осыпи, обвалы верхней стенки ствола); наличием уступов, изгибов и резких перегибов ствола в интервалах интенсивного набора или снижения зенитного угла; уменьшением проходного диаметра ствола (эффективного диаметра) из-за набухания глинистых пород, отложения глинистой корки, образования шламовых отложений, применения нерациональной компоновки для бурения; образованием каверн различной величины и формы. Это приводит к многократным проработкам ствола, применению специальных устройств (расширителей, фрез, скребков и т.п.), большому количеству дополнительных работ, увеличению сроков и стоимости строительства скважин.

В связи с этим многие зарубежные и отечественные сервисные компании стали выделять подготовку ствола и спуск обсадной колонны в отдельную технологическую операцию, выполняемую специализированными бригадами, разрабатывать новые технические устройства и технологические решения, позволяющие более эффективными способами и в короткие сроки собирать и спускать обсадную колонну в скважину с одновременной промывкой и проработкой ствола. Бурение и крепление БГС из существующих скважин и дополнительных стволов МЗС из закреплённого обсадной колонной основного ствола осуществляется по аналогичной технологии, поэтому обозначим их в описании одной аббревиатурой – БГС.

Впервые направляющий башмак разработан в институте «ТатНИ-ПИнефть» и применен в скв. 140*** и 235*** Абдрахмановской площади

ОАО «Татнефть» в 1991–1992 гг. для спуска перфорированных хвостовиков для крепления БГС, пробуренных по короткому радиусу (Рис. 1) [1, 2].



1 – корпус; 2 – шарнир; 3 – муфта; 4 – отклоняющаяся часть; 5 – ролики

Рис. 1. Направляющий башмак для спуска колонн в ГС и БГС

Башмак за счет шарнира и разнонаправленных роликов позволяет направлять хвостовики и профильный перекрыватель (ПП) по оси ГС или БГС, самопроизвольно вращать спускаемую колонну на перегибах профиля ствола, облегчая тем самым прохождение сложных участков. Недостатками устройства являются невозможность осуществлять промывку и проработку ствола в процессе спуска хвостовика, преодолевать каверны и уступы, превышающие диаметры ГС или БГС.

АО «Пермнефтемашремонт» предлагает два типа прорабатывающих башмаков, работающих с короткой секцией винтового забойного двигателя (ВЗД): разбуриваемый и неразбуриваемый (Рис. 2), которые отличаются только материалом изготовления и размерами.



**Рис. 2. Прорабатывающий башмак с силовым приводом «Барс»
(разбуриваемый)**

Минимальный диаметр разбуриваемого башмака 210 мм по кончику, который применяется с обсадной колонной диаметром 168 мм для крепления стволов, пробуренных долотами диаметром 215,9 мм. При необходимости углубления БС и БГС разбуривается долотом диаметром 155,6 мм. Неразбуриваемые прорабатывающие башмаки изготавливаются для обсадных колонн меньшего диаметра – от 146 до 73 мм.

Недостатками данных башмаков являются:

- ограничения применения разбуриваемых башмаков по диаметру скважины 215,9 мм;
- отсутствие узла отклонения башмака от оси обсадной колонны;
- невозможность преодоления каверн и уступов, размер которых больше диаметра ГС или БГС;
- при встрече с непреодолимыми препятствиями велика вероятность зарезки нового ствола, что приведет к аварийной ситуации в скважине;
- невозможность извлечения из скважины, что приводит к необходимости его разбуривания;
- значительное уменьшение диаметра ствола при продолжении бурения из-под башмака;
- большой расход жидкости для работы силовой секции башмака до 36 л/с и перепад давления до 3,0 МПа, что может привести к гидроразрыву пластов;
- высокая стоимость.

Аналогичные конструкции разбуриваемых и неразбуриваемых прорабатывающих башмаков предлагают компании ООО НПО «ОРИОН Технологии», ООО НПП «БУРИНТЕХ» и «DOWNHOLE PRODUCTS Limited», первые публикации которых датируются 2019 г., а применение исчисляется единицами скважин.



**Рис. 3. Прорабатывающий башмак с силовым приводом БИТ-РЗД-178
ООО НПП «БУРИНТЕХ» (разбуриваемый)**

Башмак изготавливается и применяется в двух исполнениях: разбуриваемый для обсадных колонн диаметром 178 мм и неразбуриваемый БИТ-ДОК-106 (124) для хвостовиков БГС диаметрами 102 и 114 мм. Состоит из стального корпуса с лопастями и сердечника. Лопасти оснащены резами PDC, а сердечник выполнен из дюралюминиевого сплава для облегчения разбуривания при необходимости. Силовой привод представляет собой укороченную секцию ВЗД, ротор и статор которого выполнены из легкоразбуриваемых материалов.

Направляющие прорабатывающие разбуриваемые башмаки компании «DOWNHOLE PRODUCTS Limited» наиболее полно представляют линейку таких устройств (Рис. 4), изготавливаются различных модификаций для обсадных колонн любого размера, хвостовиков и фильтров БГС. Обладают следующими преимуществами: леворежущие лопасти минимизируют крутящий момент, вооружение калибратора, вращающегося на 360°, позволяет обходить препятствия с вращением и без вращения, плюс маневрирование эксцентричной направляющей при прохождении пластов со сложными условиями, дюралюминиевая носовая направляющая улучшает её разбуривание при необходимости, обтекаемая конструкция корпуса снижает давление промывки, возможно исполнение с шароуловителем или шароотклонителем.



***Рис. 4. Направляющий прорабатывающий разбуриваемый башмак
компании DOWNHOLE PRODUCTS Limited***

Единственным отличительным техническим решением в этом ряду была конструкция механического прорабатывающего башмака OTGRS, предложенная компанией ООО НПО «ОРИОН Технологии». Башмак

OTGRS приводится во вращение возвратно-поступательным движением обсадной колонны на 1–2 м (эффект юлы-волчка). Башмак делает два полных оборота при движении колонны вниз, и пружинный механизм перезаряжает устройство при её остановке или движении вверх. Эффективен при ограничении расхода жидкости при промывке и невозможности вращения колонны. Крутящий момент башмака напрямую зависит от создания осевой нагрузки весом обсадной колонны. При необходимости легко разбурируется стандартными PDC долотами (Рис. 5). Недостатком является невозможность применения башмака в ГС и БГС со сложным профилем, так как в них ограничена возможность доведения осевой нагрузки до устройства. Примеров применения данных башмаков не обнаружено.



а



б

а – пример проработки уступа при спуске хвостовика в БГС скважины;

б – общий вид башмака

Рис. 5. Механический прорабатывающий разбуриваемый башмак OTGRS компании ООО НПО «ОРИОН Технологии»

В ПАО «Татнефть» в настоящее время применяются все аналогичные конструкции направляющих прорабатывающих разбуриваемых башмаков для оснащения обсадных колонн всех размеров при спуске их в

осложнённых скважинах. Наиболее отвечающим современным вызовам из всей линейки представленных конструкций является башмак прорабатываемый с вооруженной насадкой БКПВН, приводящийся во вращение обсадной колонной (Рис. 6). Наружный диаметр башмака по прорабатываемым лопастям составляет 210 мм для колонн диаметром 146 и 168 мм, устанавливаемых в стволе, пробуренном долотом диаметром 215,9 мм. Внутренний диаметр после разбуривания составляет 130 мм при оснащении обсадной колонны диаметром 146 мм, и 151 мм – у колонн диаметром 168 мм.

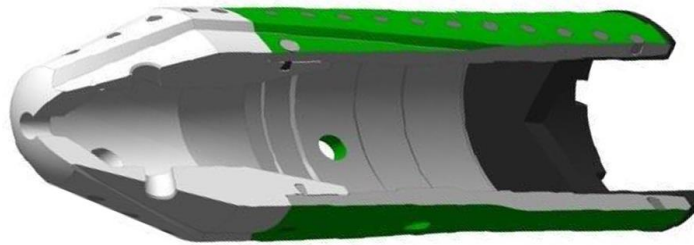


Рис. 6. Башмак прорабатываемый с вооруженной насадкой БКПВН

Недостатки всех рассмотренных конструкций башмаков перечислены выше.

Разбуриваемые долота, применяемые при бурении на обсадной колонне, которые конструктивно можно отнести к прорабатываемым башмакам, имеют все вышеперечисленные недостатки.

С целью успешного спуска хвостовиков и ПП в БГС в ТатНИПИнефти разработаны башмаки шарнирные отклоняющие (БШО) (Рис. 7) [3], позволяющие направлять хвостовики и ПП по оси БГС при встрече с уступами, кавернами и резкими перегибами ствола, разрушать и размывать струёй жидкости шламовые отложения, гарантированно доставлять хвостовики и ПП до забоя БГС. Стендовые испытания и результаты внедрения на промыслах полностью подтвердили применимость БШО при строительстве скважин.



а



б

Рис. 7. Стендовые испытания БШО в ООО «Перекрыватель»

Исследованиями установлено, что суммарное отклонение БШО с учетом скошенной носовой части составляет 214 мм при расходе промывочной жидкости от $3,3 \times 10^{-3}$ до $7,04 \times 10^{-3}$ м³/с (Рис. 7). Определен диаметр отверстия насадки для истечения жидкости, равный 20 мм, позволяющий создать усилие реактивной силы струи жидкости до 0,210 кН при указанном расходе, что достаточно для преодоления уступов и каверн большой величины, позволяет направить хвостовик или ПП в окно, когда клин-отклонитель извлечен из скважины, размывать шламовые отложения и эффективно удалять их из скважины. Представленная конструкция БШО относится к неизвлекаемому типу и остаётся в скважине. В 2010 г. в скважине 17*** Южно-Ромашкинской площади ПАО «Татнефть» при бурении БГС в интервале кыновского горизонта сформировались уступы в пластах Д₀ и Д₁, что привело к непрохождению бурильного инструмента и хвостовика. С целью устранения уступов производились многократные проработки и расширения БГС специальными инструментами. Трижды спускали хвостовик со стандартными башмаками – безрезультатно. Оснастили хвостовик направляющим башмаком, который позволил провести хвостовик через уступы, промыть забой скважины, довести хвостовик до забоя и произвести его цементирование.

Бурение БГС в ПАО «Татнефть» сопровождается полным поглощением промывочной жидкости в пласты, расположенные выше продуктивной зоны, которое невозможно изолировать без применения ПП. После установки и развальцовывания ПП для дальнейшего бурения необходимо разбурить или извлечь башмак, чтобы продолжить бурение по продуктивному пласту. Разбуривание башмака осуществляется отдельным спуском специального инструмента непосредственно в ПП или на забое, что увеличивает сроки, трудозатраты и стоимость строительства скважин [4–7]. С целью исключения операции разбуривания башмака, сокращения числа спусков инструмента и осуществления промывки скважины для выравнивания плотности промывочной жидкости и дополнительной очистки скважины от выбуренной и осыпавшейся породы в ТатНИПИнефти разработаны извлекаемые башмаки [8] и посадочные «головки», присоединяемые к ПП с применением специальной резьбы [9], позволяющие производить промывку ствола в процессе спуска ПП в скважину (Рис. 8).



Рис. 8. Башмак извлекаемый для ПП, позволяющий производить промывку скважины, закрывающийся с упором на забой

Башмаки соединяются с посадочными «головками» и извлекаются из скважины по окончании развальцовывания ПП [10]. Испытания технологии установки перекрывателя за одну спуско-подъемную операцию, проведенные в скважинных условиях на стенде ТатНИПИнефти [11] и на промыслах, показали работоспособность и высокую надежность разработанных устройств для изоляции зон осложнений ПП в процессе бурения БГС из существующих скважин и возможность применения при бесцементном

креплении БГС с сохранением его диаметра по всей длине (монодиаметр) (Рис. 9 и 10).



Рис. 9. Испытания извлекаемого башмака и посадочной «головки» ПП на стенде института «ТатНИПИнефть». Посадочная «головка» и башмак отсоединяются от ПП вращением бурового инструмента вправо по специальной резьбе



*Рис. 10. Башмак извлекаемый с посадочной «головкой» и развальцевателем, извлеченный из скважины 60*** Гремixinского месторождения ОАО «Удмуртнефть» им. В.И. Кудинова после установки ПП*

Однако башмак такой конструкции не позволяет направлять ПП в окно, когда клин-отклонитель извлечен из скважины, преодолевать каверны и уступы, превышающие по размерам диаметр БГС.

В процессе разработки технологии строительства МЗС с сохранением прохода в основной ствол клин-отклонитель извлекается из скважины по

окончании бурения БГС. Для направления хвостовика или ПП в окно, проведения их через уступы и каверны, проработки и промывки шламовых отложений и осыпавшейся породы в горизонтальных участках усовершенствована конструкция БШО, показанная на рис. 7. Изменения коснулись конструкции шарнирного узла, герметизирующих элементов, направляющего наконечника. Разбуриваемые детали выполнены из легкоразбуриваемого материала. С целью повышения промывающей способности башмака выполнили отверстие по оси наконечника (Рис. 11).



а



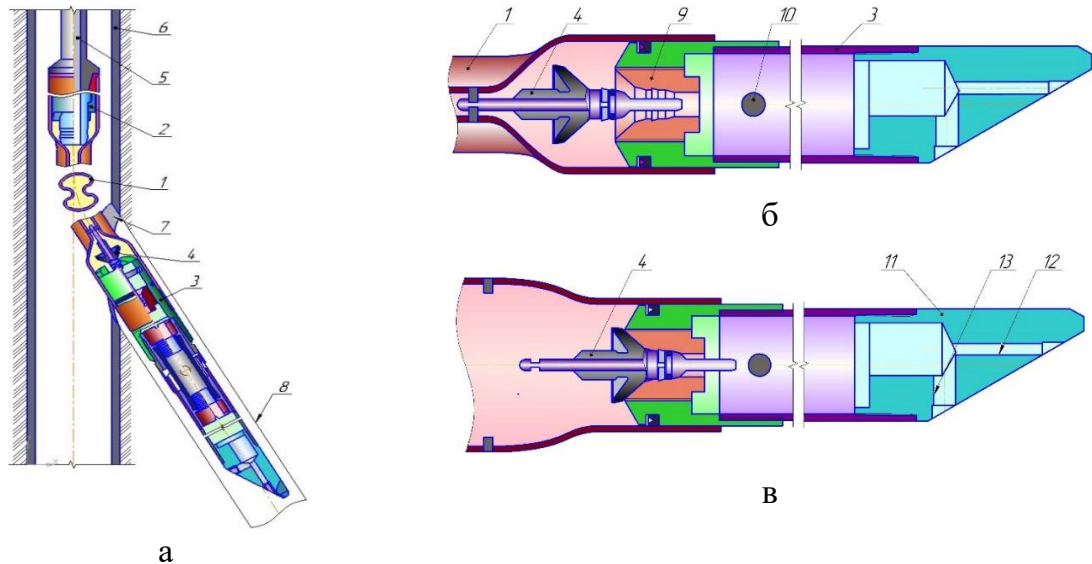
б

Рис. 11. Испытания БШО перед спуском в скважину 66*
Ново-Елховского месторождения ПАО «Татнефть»**

Существенный недостаток БШО при выправлении ПП – это сброс дюралюминиевого шара с устья скважины и его доведение до седла для перекрытия промывочного канала, особенно в БГС. Необходимость прокачивания большого количества жидкости может привести к гидроразрыву пластов.

Для устранения этого недостатка потребовалось доработать узел соединения БШО с посадочной «головкой» (Рис. 12). Подвесная пробка закрепляется внутри ПП и удерживается в нем в течение всей

технологической операции по спуску и доведению ПП до забоя с последующим полным извлечением башмака из скважины посадочной «головкой» по окончании развальцовывания ПП [12, 13].



- а – конструкция ПП с направляющим башмаком и посадочной «головкой»;
 б – башмак в транспортном положении; в – в рабочем положении;
 1 – ПП; 2 – посадочная «головка»; 3 – направляющий башмак; 4 – подвесная пробка;
 5 – бурительные трубы; 6 – обсадная колонна; 7 – окно; 8 – БГС; 9 – седло клапана;
 10 – полуоси; 11 – направляющая часть с продольным 12 и боковым 13 отверстиями

Рис. 12. Башмак направляющий извлекаемый и технология его применения

Технология спуска и установки ПП в БГС с применением башмака осуществляется в следующей последовательности [14]. Спустив ПП на бурительных трубах в интервал окна, подсоединяют ведущую трубу и начинают прокачивать промывочную жидкость с определенным расходом, которая, вытекая из бокового отверстия 13, создает реактивную силу для отклонения направляющей части 11 на полуосях 10 на $2-4^\circ$ от оси устройства, при этом не превышает давления внутри ПП, достаточного для его выправления. Расход жидкости определяется эмпирически для каждого типоразмера ПП 1 в зависимости от его диаметра, толщины стенки, плотности промывочной жидкости и других факторов. Плавно, с вращением, начинают спускать ПП в скважину. Отклоненная направляющая часть 11, скользя по стенке обсадной колонны, не создает сопротивления вращению бурительных труб 5 с ПП 1.

Попав в окно 7, направляющая часть 11 башмака 3 упирается в стенку БГС 8 и создает крутящий момент, который фиксируется бурильщиком на поверхности, что означает прохождение ПП 1 в БС 8. Останавливают ротор и насос и продолжают спуск ПП 1 в БС 8. Таким образом, исключается необходимость привлечения геофизической партии для ориентирования ПП 1 при прохождении в окно 7 обсадной колонны 6 основного ствола МЗС. При встрече с препятствиями их преодоление осуществляется аналогично. В случае упора ПП 1 в шламовую пробку или осыпавшуюся породу их разрушают механически вращающейся направляющей частью 11 башмака 3 и вымывают струёй из продольного отверстия 12, а струя жидкости из бокового отверстия 13 способствует полному очищению БГС 8 от загрязнений. Доставив ПП 1 в интервал установки и проведя подготовительные операции, увеличивают расход жидкости. Из-за увеличившегося перепада давления в продольном 12 и боковом 13 отверстиях направляющего башмака давление в ПП 1 возрастает, и профильные трубы (ПТ) начинают выправляться. Подвесная пробка 4 освобождается, перекрывает седло клапана 9 и надежно фиксируется в нем. Далее производят выправление и закрепление ПП 1 в БГС 8 давлением жидкости. Довыправление профильной части и расширение цилиндрических участков ПП 1 осуществляют роликовыми или шарошечными развальцевателями, установленными выше посадочной «головки» 2. В процессе развальцовывания нижней части ПП 1 посадочная «головка» 2 захватывает башмак 3, вывинчивает его по резьбе [9] вниз и по развальцованному ПП 1 свободно извлекает башмак 3 на поверхность.

Испытания соединительного узла посадочной «головки» с башмаком, проведенные в скважинных условиях на стенде ТатНИПИнефти и на промыслах ПАО «Татнефть» показали их работоспособность и высокую надежность для изоляции зон осложнений ПП в процессе бурения ГС и БГС и возможность применения при бесцементном креплении БГС по технологии мотодиаметра с применением ПП (Рис. 9 и 10).

Результаты аналитических, стендовых и промышленных исследований разработанных технических и технологических решений подтверждают, что предложенные нами направляющие прорабатывающие извлекаемые башмаки для спуска хвостовиков и ПП в БГС, когда клин-отклонитель извлечен из скважины, позволяют производить следующие операции, повышающие эффективность технологии строительства ГС и БГС:

- определять местоположение окна в стенке обсадной колонны и направлять хвостовик в БГС без привлечения геофизической партии;
- преодолевать каверны и уступы, размеры которых в несколько раз превышают диаметр БГС, и направлять хвостовик по оси ствола;
- производить механическую проработку и гидравлическую очистку ствола от шламовых отложений и осыпавшейся породы, исключая дополнительные СПО и гарантируя доставку ПП до интервала установки или хвостовика до забоя;
- управляемо и герметично закрывать в расчетном интервале для осуществления операции выправления ПП давлением жидкости;
- полностью извлекать башмаки из скважины устройствами, применяемыми для развальцовывания ПП, исключая операцию по его разбуриванию.

Список литературы

1. Патент N 2019684 Российская Федерация, МПК E21B 43/08 (1990.01), E21B 7/08 (1990.01). Устройство для спуска фильтра в горизонтальные скважины: N 5007386/03: заявлено 28.10.1991 : опубликовано 15.09.1994 / Абдрахманов Г.С., Зайнуллин А.Г., Юсупов И.Г., Ибатуллин Р.Х., Кашапов И.К., Жжонов В.Г. ; заявитель и патентообладатель Татарский государственный научно-исследовательский и проектный институт нефтяной промышленности.
2. Абдрахманов Г.С. Крепление скважин расширяемыми трубами: учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., доп. – М.: ВНИИОЭНГ, 2014. – 267 с.
3. Патент N 2483187 Российская Федерация, МПК E21B 23/03 (2006.01). Устройство направляющее для ввода хвостовика в боковой ствол: N 2011151676/03: заявлено 16.12.2011 : опубликовано 27.05.2013 / Зайнуллин А.Г., Мухаметшин А.А., Илалов Р.Х., Сабиров М.Г., Романов Б.М., Гараев НА. ; патентообладатель Открытое акционерное общество "Татнефть" имени В.Д. Шашина.

4. Изоляция зон поглощений бурового раствора в боковых стволах с применением профильного перекрывателя / К.В. Мелинг, Ф.Ф. Ахмадишин, А.Л. Насыров, Д.В. Максимов, В.К. Мелинг // Нефтяное хозяйство. – 2009. – № 11. – С. 107-109.
5. Изоляция кыновских аргиллитов профильным перекрывателем ПБИ-144/130 / Ф.Ф. Ахмадишин, К.В. Мелинг, А.А. Мухаметшин, А.Л. Насыров, С.Н. Андронов // Нефтяное хозяйство. – 2010. – № 7. – С. 16-17.
6. Изоляция кыновских аргиллитов профильным перекрывателем при бурении бокового ствола / Ф.Ф. Ахмадишин, К.В. Мелинг, А.А. Мухаметшин, А.Л. Насыров, Р.Я. Хабибуллин, В.К. Мелинг, С.Н. Андронов, В.И. Зубарев, И.И. Кагарманов // Инженер нефтяник. – 2009. – № 3. – С. 24-25
7. Развитие техники и технологии восстановления герметичности эксплуатационных колонн и изоляции зон осложнений в боковых стволах профильными перекрывателями / А.А. Мухаметшин, А.Л. Насыров, И.Ф. Мухтаров, Н.А. Гараев // Инженер-нефтяник. – 2018. – № 4. – С. 34-40.
8. Патент N 2498043 Российская Федерация, МПК E21B 29/00 (2006.01). Башмак-клапан для установки профильного перекрывателя в скважине: N 2012119649/03: заявлено 12.05.2012: опубликовано 10.11.2013 / Мелинг К.В., Багнюк С.Л., Насыров А.Л., Исмагилов М.А., Мелинг В.К.; патентообладатель Открытое акционерное общество «Татнефть» имени В.Д. Шашина.
9. Патент N 1367586 Российская Федерация, МПК E21B 33/12 (1995.01). Соединение профильных труб перекрывателей скважин: N 4041430/27: заявлено 24.03.1986: опубликовано 27.11.1996 / Мелинг К.В., Зайнуллин А.Г., Абдрахманов Г.С., Мухаметшин А.А., Филиппов В.П., Пузанов А.А., Уразгильдин И.А., Паршин В.С., Осипов А.А., Юнышев Л.В.; заявитель Татарский государственный научно-исследовательский и проектный институт нефтяной промышленности.
10. Патент N 2463433 Российская Федерация, МПК E21B 7/06 (2006.01), E21B 43/10 (2006.01). Способ бурения дополнительного ствола из эксплуатационной колонны скважины: N 2011118223/03: заявлено 05.05.2011: опубликовано 10.10.2012 / Нуриев И.А., Ахмадишин Ф.Ф., Мелинг К.В., Мухаметшин А.А., Илалов Р.Х., Насыров А.Л., Хабибуллин Р.Я.; патентообладатель Открытое акционерное общество "Татнефть" имени В.Д. Шашина.
11. Насыров А.Л., Исмагилов М.А., Мухаметшин А.А. Стендовые испытания башмака для расширяемого хвостовика / Сборник научных трудов ТатНИПИнефть / ПАО «Татнефть». – М.: Нефтяное хозяйство, 2016. – Вып. 84. – С. 136-140.
12. Патент N 2707604 Российская Федерация, МПК E21B 29/10 (2019.05). Направляющий башмак для установки профильного перекрывателя в скважине : N 2019102874: заявлено 01.02.2019: опубликовано 28.11.2019 / Мухаметшин А.А., Ахмадишин Ф.Ф., Насыров А.Л.; патентообладатель Публичное акционерное общество «Татнефть» имени В.Д. Шашин.
13. Патент N 2720728 Российская Федерация, МПК E21B 29/10 (2020.02), E21B 17/14 (2006.01). Башмак направляющий для установки профильного перекрывателя в скважине: N 2019105846: заявлено 28.02.2019: опубликовано 13.05.2020 / Насыров А.Л., Ахмадишин Ф.Ф., Мухаметшин А.А.; патентообладатель Публичное акционерное общество «Татнефть» имени В.Д. Шашина.
14. Патент N 2705671 Российская Федерация, МПК E21B 29/10 (2019.05), E21B 34/102 (2019.05). Способ установки профильного перекрывателя в скважине и устройство для его осуществления: N 2018147595: заявлено 28.12.2018: опубликовано 11.11.2019 / Мухаметшин А.А., Ахмадишин Ф.Ф., Насыров А.Л.; патентообладатель Публичное акционерное общество «Татнефть» имени В.Д. Шашина.

References

1. Abdrakhmanov G.S., Zaynullin A.G., Yusupov I.G., Ibatullin R.Kh., Kashapov I.K., Zhzhonov V.G. *Ustroystvo dlya spuska filtra v gorizontalnye skvazhiny* [Device for running a perforated casing section in horizontal wells]. Patent RF, No. 2019684, 1994. (in Russian)
2. Abdrakhmanov G.S. *Kreplenie skvazhin ekspandiruemymi trubami* [Well casing with expandable pipes]. Moscow: VNIIOENG, 2014. 267 P. (in Russian)
3. Zaynullin A.G. Mukhametshin A.A. Ilalov R.Kh., Sabirov M.G., Romanov B.M., Garaev N.A. *Ustroystvo napravlyayushchee dlya vvoda khvostovika v bokovoy stvol* [Guiding device for liner entry to sidetrack]. Patent RF, No. 2483187, 2013. (in Russian)
4. Meling K.V., Akhmadishin F.F., Nasyrov A.L., Maksimov D.V., Meling V.K. *Izolyatsiya zon pogloshcheniy burovogo rastvora v bokovykh stvolakh s primeneniem profilnogo perekryvatel'ya* [Isolation of lost circulation zones in sidetracks with expandable profile liner]. Neftyanoe Khozaistvo [Oil Industry], 2009, No. 11, pp. 107-109. (in Russian)
5. Akhmadishin F.F., Meling K.V., Mukhametshin A.A., Nasyrov A.L., Andronov S.N. *Izolyatsiya kynovskikh argillitov profilnym perekryvatelem PBI-144/130* [Isolation of Kynovskian shales with expandable profile liner of PBI-144/130 type]. Neftyanoe Khozaistvo [Oil Industry], 2010, No. 7, pp. 16-17. (in Russian)
6. Akhmadishin F.F., Meling K.V., Mukhametshin A.A. *Izolyatsiya kynovskikh argillitov profilnym perekryvatelem pri burenii bokovogo stvola* [Isolation of Kynovskian shales with expandable profile liner during sidetrack drilling]. Inzhener-Neftyanik [Petroleum Engineer], 2009, No. 3, pp. 21-23. (in Russian)
7. Mukhametshin A.A., Nasyrov A.L., Mukhtarov I.F., Garaev N.A. *Razvitie tekhniki i tekhnologii vosstanovleniya germetichnosti ekspluatatsionnykh kolonn i izolyatsii zon oslozhneniy v bokovykh stvolakh profilnymi perekryvatel'yami* [The development of equipment and technology to restore the integrity of production casing strings and isolate trouble zones in sidetracks using profile liners]. Inzhener-Neftyanik [Petroleum Engineer], 2018, No. 4, pp. 34-40. (in Russian)
8. Meling K.V., Bagnyuk S.L., Nasyrov A.L., Ismagilov M.A., Meling V.K. *Bashmak-klapan dlya ustanovki profilnogo perekryvatel'ya v skvazhine* [Valve shoe for profile liner setting in hole]. Patent RF, No. 2498043, 2013. (in Russian)
9. Meling K.V., Zaynullin A.G., Abdrakhmanov G.S., Mukhametshin A.A., et al. *Soedinenie profilnykh trub perekryvateley skvazhin* [Connection of downhole profile liner tubes]. Patent RF, No. 1367586, 1986. (in Russian)
10. Nuriev I.A., Akhmadishin F.F., Meling K.V., Mukhametshin A.A., Ilalov R.Kh., Nasyrov A.L., Khabibullin R.Ya. *Sposob bureniya dopolnitelnogo stvola iz ekspluatatsionnoy kolonny skvazhiny* [Method of drilling an additional wellbore from production casing string]. Patent RF, No. 2463433, 2012. (in Russian)
11. Nasyrov A.L., Ismagilov M.A., Mukhametshin A.A. *Stendovye ispyta-niya bashmaka dlya rasshiraemogo khvostovika* [Bench tests of a shoe for expandable liner]. Moscow: ZAO Neftyanoe Khozaistvo Publ., 2016, Vol. 84, pp. 136-140. (in Russian)
12. Mukhametshin A.A., Akhmadishin F.F., Nasyrov A.L. *Napravlyayushchiy bashmak dlya ustanovki profilnogo perekryvatel'ya v skvazhine* [Guide shoe for profile liner setting in hole]. Patent RF, No. 2707604, 2019. (in Russian)
13. Nasyrov A.L., Akhmadishin F.F. Mukhametshin A.A. *Bashmak napravlyayushchiy dlya ustanovki profilnogo perekryvatel'ya v skvazhine* [Guiding shoe for setting a profile liner in hole]. Patent RF, No. 2720728, 2020. (in Russian)
14. Mukhametshin A.A., Akhmadishin F.F., Nasyrov A.L. *Sposob ustanovki profilnogo perekryvatel'ya v skvazhine i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya* [Apparatus and method for profile liner setting in hole]. Patent RF, No. 2705671, 2019. (in Russian)

Сведения об авторах

Мухаметшин Алмаз Адгамович, к.т.н., ведущий научный сотрудник, институт «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина
Россия, 423403, Альметьевск, ул. Советская, 186а
E-mail: maa@tatnipi.ru

Насыров Азат Леонардович, научный сотрудник, институт «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина
Россия, 423403, Альметьевск, ул. Советская, 186а
E-mail: nal@tatnipi.ru

Тарасов Игорь Николаевич, студент, бакалавриат, 3 курс, ГБОУ ВО «Альметьевский государственный технологический университет – Высшая школа нефти»
Россия, 423403, Альметьевск, ул. Советская, 186а

Хакимов Алмаз Забирович, студент, бакалавриат, 3 курс, ГБОУ ВО «Альметьевский государственный технологический университет – Высшая школа нефти»
Россия, 423403, Альметьевск, ул. Советская, 186а
E-mail: almazhakimov2004@mail.ru

Authors

A.A. Mukhametshin, PhD, Leading Research Associate, TatNIPIneft Institute – PJSC TATNEFT
186a, Sovetskaya Str., Almetyevsk, 423403, Russian Federation
E-mail: maa@tatnipi.ru

A.L. Nasyrov, Research Associate, TatNIPIneft Institute – PJSC TATNEFT
186a, Sovetskaya Str., Almetyevsk, 423403, Russian Federation
E-mail: nal@tatnipi.ru

I.N. Tarasov, 3rd year Undergraduate Student, Almetyevsk State University of Technology – Higher Petroleum School
186a, Sovetskaya Str., Almetyevsk, 423403, Russian Federation

A.Z. Khakimov, 3rd year Undergraduate Student, Almetyevsk State University of Technology – Higher Petroleum School
186a, Sovetskaya Str., Almetyevsk, 423403, Russian Federation
E-mail: almazhakimov2004@mail.ru

Статья поступила в редакцию 04.05.2024
Принята к публикации 19.06.2024
Опубликована 30.06.2024