

Эффективность применения расширителей при строительстве подводных переходов методом наклонно направленного бурения

Ю.В. Лисин

д.т.н., генеральный директор¹

А.Н. Сапсай

вице-президент²

З.З. Шарафутдинов

д.т.н., главный научный сотрудник центра технологии строительства, обследования зданий и сооружений¹

SharafutdinovZZ@niitnn.transneft.ru

¹ООО «НИИ Транснефть», Москва, Россия

²ПАО «Транснефть», Москва, Россия

В работе рассмотрены вопросы выбора типа породоразрушающего инструмента для расширения пилотной скважины подводного перехода применительно к физико-механическим свойствам проходимых грунтов, технологии расширения. Показаны технические проблемы при эксплуатации различных конструкций породоразрушающего инструмента применительно к технологии расширения.

Материалы и методы

Сравнительный метод на основе сопоставления результатов строительства переходов методом ННБ с инженерно-геологическими условиями их строительства.

Ключевые слова

породоразрушающий инструмент, бурение, наклонно направленное бурение, строительство переходов



Рис. 1 — Лопастной расширитель
Fig. 1 — Reamer blade

Конструкция и вооруженность породоразрушающего инструмента являются одним из основных технических факторов, обеспечивающих успешность и скорость строительства скважин. Правильный выбор инструмента для строительства переходов магистральных нефтепроводов методом наклонно направленного бурения позволяет за счет высокой скорости строительства не только сократить затраты на сооружение переходов, но и в значительной степени обеспечить успешность их строительства. Увеличение времени взаимодействия бурового раствора с грунтом приводит к снижению его прочности и, соответственно, снижает вероятность сохранения устойчивого состояния построенной скважины для перехода трубопровода.

Поэтому совершенствование применяемого породоразрушающего инструмента — одна из первоочередных задач для строительства переходов трубопроводов через различные искусственные и естественные препятствия методом наклонно направленного бурения.

Породоразрушающий инструмент, применяемый для строительства подводных переходов, и его эффективность

Для строительства пилотной скважины используют как стандартные типы шарошечных долот, так и специальные гидромониторные долота. Внешний вид, конструкции данного вида бурового инструмента и особенности их работы приведены в различных научно-технических источниках [1].

Вопросы применения различных видов и конструкций расширителей в научно-технической литературе почти не описываются. В качестве породоразрушающего инструмента для расширения скважины до требуемого диаметра используют расширители, вооружение которых представляет собой инструмент режуще-скалывающего действия на основе лопастей или штыревого вооружения, а также расширители, оснащенные вооружением шарошечного типа.

К породоразрушающему инструменту режуще-скалывающего типа относят лопастные расширители (рис. 1–3), которые применяются для бурения в породах до 1 категории прочности.

Лопастной расширитель отличается тем, что при бурении образует крупный размер частиц шлама, поэтому данный тип расширителей чрезвычайно требователен к объему промывки ствола скважины и качеству буровых растворов. Подобные расширители допускают содержание шлама в объеме раствора не более 10%. Несоблюдение условий промывки ведет к формированию на них сальников (рис. 2), что

создает технологические осложнения при бурении и увеличивает непроизводительное время бурения. Данный тип инструмента не применим при бурении в твердых глинах, наличии в разрезе скважины гравийно-галечниковых отложений. Успешность применения подобного расширителя в песках определяется структурно-механическими свойствами бурового раствора, т.е. его способностью насыщать и закреплять несцементированные отложения.

Более производительное применение расширителей режуще-скалывающего типа бочкообразной формы (рис. 3). Многоступенчатое расширение при их использовании позволяет этим расширителям снизить требования к структурно-механическим свойствам используемых буровых растворов, т.к. конструкция расширителей позволяет им механически распределять и выносить шлам из скважины. Подобное двойное назначение корпуса расширителя позволяет уменьшать динамические колебания инструмента, а дополнительный вынос шлама корпусом расширителя, в свою очередь, снижает расход бурового раствора, т.е. позволяет задавать его расход только лишь из условия работы гидромониторных насадок.

Расширитель бочкообразной формы неэффективен при работе в абразивных породах и гравийно-галечниковых грунтах, т.к. это ведет к износу его корпуса. Для повышения эффективности его работы возможно его дополнительное оснащение шарошечным вооружением. При работе в гравийно-галечниковых грунтах с содержанием песчаного заполнителя менее 40–50 %, он не способен упрочнять ствол скважины даже при значительном повышении структурно-механических свойств бурового раствора. Это обусловлено конструктивными особенностями действия корпуса расширителя на забой скважины.

Породоразрушающий инструмент дробяще-скалывающего действия (тип 2) представляет собой расширители с шарошечным вооружением. Конструкция расширителей в значительной степени различается и зависит от множества факторов: от способа расширения пилотной скважины — одноэтапный или многоэтапный; требуемого диаметра скважины и др. Их внешний вид приведен на рис. 4 и 5. Шарошечные расширители используются для бурения в широком интервале прочности породы. Поэтому механические скорости бурения при их использовании меняются в широком интервале и составляют величину 0,5–4 м/ч.

Общим для них является оснащение конусными шарошками или лапами шарошечного долота. Количество шарошек



Рис. 2 — Сальник на лопастном расширителе

Fig. 2 — Reamer blade balling



Рис. 3 — Бочкообразный расширитель режуще-скалывающего типа

Fig. 3 — Barrel reamer of cut-and-shear type



Рис. 4 — Расширитель с шарошечным вооружением для одноэтапного расширения

Fig. 4 — Roller-cone reamer for single-stage reaming



Рис. 5 — Расширитель с шарошечным вооружением конструкции INROCK

Fig. 5 — Roller-cone INROCK reamer

в расширителях меняется от 5 до 8. К сожалению, их количество не всегда оптимизируется по отношению к разбуриваемой породе, и они не являются сменным элементом в конструкции расширителя. Смена шарошек предусмотрена в расширителях конструкции фирмы INROCK (рис. 6, 7). Большое значение для эффективной работы расширителя имеет и его форма. Расширители типа 2, предназначенные для расширения пилотного ствола, дополнительно подразделяются на расширители для одноэтапного и многоэтапного расширения.

Расширители типа 2, используемые для одноэтапного расширения имеют, как правило, щитовую конструкцию. Их общим недостатком является то, что они обладают малым числом породоразрушающих элементов (шарошек) и оставляют значительные пространства между своими рабочими элементами. Это обуславливает то, что при бурении, например, в твердых глинах, данное пространство забивается глинистым шламом, образуются сальники, препятствующие эффективной работе расширителя. Поэтому подобные расширители требуют применения буровых растворов с высокими структурно-механическими свойствами, т.к. необходимо вынести большой объем шлама, содержание которого не должно превышать 10%, т.е. это требует и повышенного расхода бурового раствора.

При бурении в прочных породах большая площадь забоя также приводит к значительному снижению механической скорости бурения (0,1–0,5 м/ч). Малое количество разрушающих элементов не обеспечивает эффективное разрушение горных пород.

Однако щитовые конструкции расширителя, несмотря на малые величины их механической скорости, позволяют успешно строить скважины и обеспечивать протаскивание трубопровода в несцементированных породах, т.е. в условиях залегания гравийно-галечниковых и щебенистых грунтов. Это обусловлено влиянием тягового давления расширителя на забой, сложенный несцементированными отложениями гравийно-галечниковых и щебенистых грунтов.

Показатели бурения и реализуемых технологий, применяемые для оценки эффективности строительства скважин

Эффективность процесса бурения при строительстве переходов характеризуется показателями механической скорости бурения, коммерческой скорости бурения, цикловой скорости строительства.

Показатели темпов бурения и строительства скважин оцениваются по механической, рейсовой, технической, коммерческой и цикловой скоростям.

Механическая скорость

$$v_m = h/t, \quad (1)$$

где h — проходка, м; t — продолжительность механического разрушения горных пород на забое или время проходки интервалов, ч.

Таким образом, — средняя скорость углубления забоя. Она может быть определена по обработке отдельного инструмента, отдельному интервалу, всей скважине, управлению, стране.

При известных свойствах горных пород (средняя) механическая скорость характеризует эффективность их разрушения, правильность подбора и отработки породоразрушающего инструмента, способа бурения и режимных параметров, величину подведенной на забой мощности и ее использование. Если в одинаковых породах на одной скважине скорость ниже, чем на другой, необходимо менять режимные параметры бурения или реализуемую технологию. Изменение текущей механической скорости связано с изнашиванием породоразрушающего инструмента, чередованием пород по твердости, изменением режимных параметров в процессе обработки инструмента, что свидетельствует о целесообразности его извлечения из скважины.

Техническая скорость (в м/станко-месяц — м/ст-мес, м/ст-сут, м/ст-час) отражает технические и технологические возможности буровых установок, способов, режимов бурения буровой бригады:

$$v_T = L/T_{np}, \quad (2)$$

где L — длина ствола скважины, м; T_{np} — производительное время работы буровой бригады, ст-мес (м/ст-сут, м/ст-час). Оно включает в себя все время механического бурения, спуско-подъемных операций, нормативное время на ремонт, технически необходимые вспомогательные работы, выполняемые буровой бригадой, работы по подготовке к бурению и др.

Наиболее важной характеристикой, отражающей эффективность применяемой буровым подрядчиком технологии бурения, является коммерческая (общая) скорость бурения (в м/ст-мес, м/ст-сут, м/ст-час):

$$v_k = L/T_k, \quad (3)$$

где T_k — календарное время от начала подготовительных работ к бурению до сдачи к процессу протаскивания трубопровода и включает в себя не только время, затрачиваемое на процесс бурения, но и непроизводительное время, затрачиваемое на предотвращение и ликвидацию технологических осложнений, аварийных инцидентов, ст-мес (м/ст-сут, м/ст-час).

Коммерческая скорость определяет, сколько скважин, тысячу метров пробурено подрядчиком за месяц, квартал, год, сколько бригад необходимо задействовать для выполнения плана, сколько должно быть вспомогательного персонала, насколько эффективны технологические приемы, применяемые для предотвращения и ликвидации технологических осложнений, аварийных ситуаций и др.

Цикловая скорость (в м/ст-мес, м/ст-сут, м/ст-час)

$$v_u = L/T_u, \quad (4)$$

где T_u — календарное время от начала строительно-монтажных работ до полного окончания работ по протаскиванию трубопровода в построенную скважину, демонтажа буровой установки, ст-мес (м/ст-сут, м/ст-час).

Цикловая скорость характеризует использование буровых установок, являющихся основными фондами. Она позволяет

определить, сколько буровых установок необходимо иметь подрядчику для выполнения планового объема бурения. Применение дополнительной буровой установки резко снижает технико-технологические показатели строительства перехода.

Общий уровень организации буровых, строительно-монтажных работ особенно четко проясняется при сравнении цикловой, коммерческой и технической скоростей бурения. Чем лучше организация строительно-монтажных работ, тем ближе $v_{ци}$ и $v_{к}$; чем совершеннее технология бурения, меньше аварий и осложнений по вине бригады, инженерно-технического персонала, тем $v_{к}$ ближе к $v_{т}$.

Так как при строительстве переходов методом наклонно направленного бурения применяются технологии одно- и многоэтапного расширения, то для нивелирования результатов их применения нами введена дополнительная величина, оценивающая эффективность работы бурового подрядчика — объемная скорость строительства перехода:

$$v_o = V/T_{ци}, \quad (5)$$

где V — объем строящегося перехода, м³. $T_{ци}$ — календарное время от начала строительно-монтажных работ до полного окончания работ по протаскиванию трубопровода в построенную скважину, демонтажа буровой установки, ст-мес (м/ст-сут, м/ст-час).

Эффективность применяемых конструкций расширителей и технологий бурения, реализуемых ими

Анализ результатов строительства показывает, что в строительстве подводных переходов реализуются высокие скорости бурения 20–67 м/ч применительно к различным видам глинистых отложений, а также при прохождении отложений на основе песка (таб. 1).



Рис. 6 — Шарошки с фрезерованным зубом
Fig. 6 — Tooth-rolling cutter



Рис. 7 — Шарошки, оснащенные вставным зубом
Fig. 7 — Insert-type rolling cutter

Однако, сопоставление результатов, приведенных в таб. 1 и на рис. 8, показывает, что в строительстве подводных переходов методом наклонно направленного бурения высока доля непроизводительных затрат времени. Данные потери времени обусловлены различными видами подготовительных работ, борьбой с различными осложнениями в процессе бурения, ремонтом оборудования, а также ликвидацией аварийных инцидентов. Кроме того, резко падают технико-экономические показатели бурения с увеличением прочности разбуриваемых пород, при наличии в составе глинистых отложений различного вида твердых включений (гравий, галечник, щебенистые грунты, валуны).

Наиболее высокие технико-экономические показатели бурения в строительстве переходов реализуются при строительстве переходов с конструктивным параметром перехода $L \cdot D$ менее 500 мм (где L — длина перехода, м; D — диаметр трубопровода, м). В основном это были переходы, которые строились для трубопровода диаметром 530 мм. Рост диаметра трубопровода более 530 мм, прокладываемого в подводном переходе, приводил к значительному росту затрат времени на строительство переходов.

Сопоставление результатов, приведенных в таб. 1 и на рис. 8, позволяет высказать мнение, что применяемые технологии бурения, а также используемый при этом породоразрушающий инструмент не в полной мере соответствуют условиям строительства переходов. Уровень соответствия определяется, в первую очередь, эффективностью работы вооружения на породоразрушающем инструменте в процессе разрушения грунта, реализуемыми нагрузками на инструмент, в процессе бурения, а во вторую очередь, — соответствием бурового раствора грунтовым условиям бурения, т.е. насколько он эффективно удаляется выбуренный грунт с забоя и породоразрушающего инструмента, закрепляет ли неустойчивый грунт.

Итоги

Таким образом, при неэффективном процессе разрушения грунта, отсутствии условий для очистки забоя и вооружения от выбуренного грунта, т.е. зашламовании инструмента, постоянном обваливании грунта со свода и стенок скважины увеличивается время, затрачиваемое на прохождение того или иного интервала бурения. В конечном итоге все это говорит о недостаточной эффективности реализуемой технологии бурения, в состав которой входят вопросы работы породоразрушающего инструмента, промывки скважины и управления технологическими параметрами бурового раствора.

Выводы

Особенности созданных осложнений и аварийных инцидентов, их сопоставление с величинами достигнутых показателей объемной скорости выработки грунта (таб. 2) [2], а также величин механической скорости бурения (таб. 1), говорит о следующем:

1. Слом бурильного инструмента показывает не только на неудовлетворительную работоспособность бурильных труб, но говорит и о том, что породоразрушающий инструмент при прикладываемых силовых нагрузках не мог эффективно разрушать грунт. Это, в свою очередь, позволяет утверждать как о недостаточной вооруженности по отношению к проходимому грунту, так и о конструктивных недостатках.
2. Технологические осложнения и аварийные инциденты, обусловленные обрушением грунта в скважине, указывают не только на недостаточность крепящих свойств бурового раствора, но и на то, что породоразрушающий инструмент не способен уплотнять с упрочнением несцементированный грунт за счет перераспределения нагрузок со стороны инструмента на забой скважины.

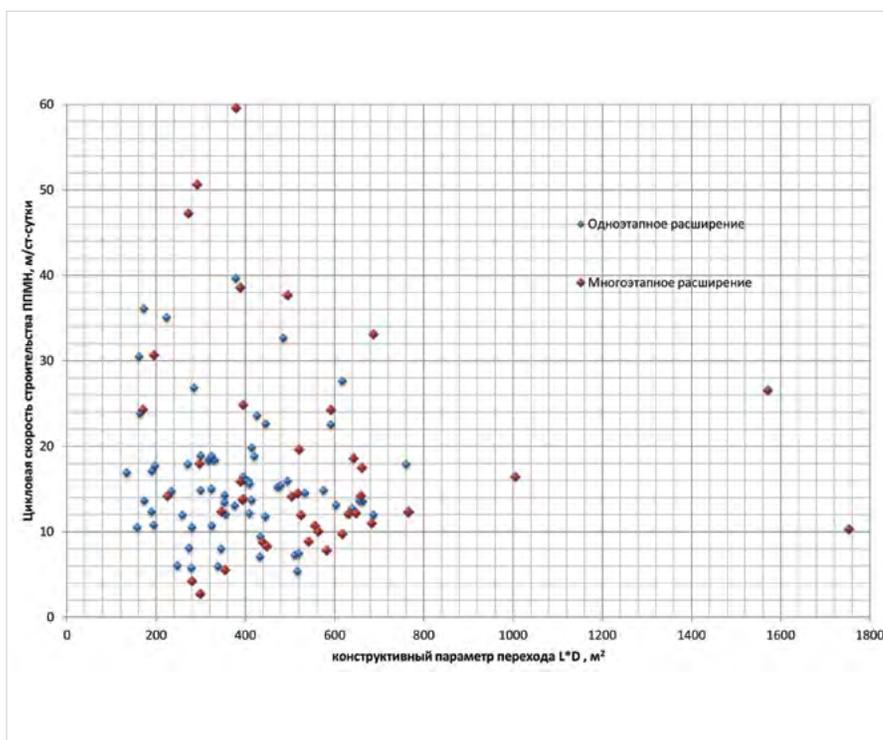


Рис. 8 — Цикловая скорость строительства переходов методом наклонно направленного бурения

Fig. 8 — Total speed of construction of passages by directional drilling

Интервал	Тяговое усилие, тс	Нагрузка на вращение, кНм	Механическая скорость, м/час	Площадь забоя, м ²
Глина полутвердая				
20–90	2	37–60	30	1,13
130–326	1–4	40–75	25	1,13
326–356	1–3	35–45	36	1,13
356–436	1–3	45–65	32	1,13
534–564	1–2	30–35	28	1,13
210–430	12–20	25–30	30	1,13
480–590	12–20	30	43	1,13
210–430	10–34	25–30	21	2,01
480–590	10–14	30	31	2,01
Глина тугопластичная				
700–730	10–20	25–32	35	1,13
700–730	10	25–30	30	2,01
Суглинок полутвердый				
0–10	1	50	55	1,13
436–514	1–3	30–63	32	1,13
0–50	12–15	26–30	20	1,13
730–770	16–18	28–30	53	1,13
0–50	10–12	32–33	67	2,01
730–770	10	20–30	39	2,01
Суглинок тугопластичный				
10–20	2	52	38	1,13
514–534	2–3	30–35	26	1,13
Суглинок мягкопластичный				
564–574	1	30	38	1,13
Супесь пластичная				
90–130	1–3	45–50	29	1,13
Песок гравелистый				
70–210	10–14	25–28	38	1,13
590–690	10–14	22–30	40	1,13
70–210	10	24–26	32	2,01
590–690	10–13	21–35	37	2,01
Песок средней крупности				
50–70	10	28	43	1,13
50–70	10	30	26	2,01
Песок мелкий				
574–594	1	42	43	1,13
Песок пылеватый				
594–603	2	25–35	36	1,13
690–700	10	25	43	1,13
690–700	10	25	43	2,01
Гипс				
430–480	12–18	30	40	1,13
430–480	10–13	30	30	2,01
Доломиты малопрочные				
0–45	20–25	–	9–18	0,04
45–50	20–25	–	18	0,04
450–460	20–28	До 25	6	0,04
35–55	10–15	35–38	2,2	1,44
Доломиты средней прочности и прочные				
50–190	20–30	До 30	5–32	0,04
190–234	15–30	До 35	6–22	0,04
234–263	25–30	До 35	4–5	0,04
263–405	20–30	До 35	4–9	0,04
55–190	8–16	35–40	0,6–2,9	1,44
190–234	10–15	35–40	2,1–2,9	1,44
234–263	8–13	38–42	1,0–1,7	1,44
Доломиты прочные				
428	45–60	34–37	До 2 м/сут	1,44

Tab. 1 – Показатели бурения скважины при строительстве переходов методом наклонно направленного бурения

Tab. 1 – Drilling performance indicators during construction of passages

Октябрьский выпуск



Категория сложности перехода при реализации метода ННБ*	Инженерно-геологические условия строительства**	Скорость выработки грунта, м ³ /ст.мес (цикл строительства)	Виды осложнений и аварий, зафиксированные при строительстве подводных переходов (время ликвидации аварии)
1	2	3	4
1 (очень легкая)	1. Залегание торфа и растительного слоя; 2. Залегание пылеватого и мелкого песка; 3. Залегание супеси текучей, пластичной.	более 600	
2 (легкая)	1. Залегание песка средней крупности, крупного; 2. Залегание супеси твердой; 3. Залегание суглинков, в т.ч. текучих, текучепластичных, мягкопластичных, тугопластичных, полутвердых, твердых.	400–600	Обрушение ствола скважины (до ≈5 сут.)
3 (средняя)	1. Залегание гравелистого песка; 2. Залегание глины в т.ч. текучей, текучепластичной, мягкопластичной, тугопластичной, полутвердой, твердой; 3. Залегание песчаных и глинистых грунтов (глина, суглинок, супесь) с примесью гравия (дресвы), гальки (щебня) не более 25%; 4. Залегание гравийно-галечникового грунта с песчаным заполнителем более 40% или глинистым заполнителем более 30% и мощностью по стволу скважины не более 100 м; 5. Залегание полускальных грунтов, в т.ч. очень низкой прочности, низкой прочности, пониженной прочности (предел прочности на одноосное сжатие от 1 до 5 МПа).	200–400	1. Слом бурового инструмента (до ≈4 сут.); 2. Обрушение ствола скважины (строительство перехода в новом створе); 3. Прихват расширителя (до ≈13 сут.); 4. Образование сальников.
4 (сложная)	1. Залегание песчаных и глинистых грунтов (глина, суглинок, супесь) с примесью гравия (дресвы), гальки (щебня) не более 50%; 2. Залегание гравийно-галечникового грунта с песчаным заполнителем более 40% или глинистым заполнителем более 30% и мощностью по стволу скважины более 100 м; 3. Включения валунов мелких (с размером частиц не более 400 мм) не более 5% от общей массы грунта; 4. Залегание малопрочных скальных грунтов (предел прочности на одноосное сжатие от 5 до 15 МПа); 5. Разновысотность точек входа и выхода бурового инструмента из скважины более 20 м; 6. Наличие карстовых полостей не более 2 м.	100–200	1. Слом бурового инструмента (до ≈3 сут.); 2. Прихват расширителя, слом бурового инструмента (до ≈10 сут.); 3. Слом бурового инструмента (≈6 сут.).
5 (очень сложная)	1. Залегание гравийно-галечникового грунта с песчаным заполнителем менее 40% или глинистым заполнителем менее 30%; 2. Включения валунов мелких (с размером частиц не более 400 мм) не более 20% от общей массы грунта; 3. Залегание скальных грунтов, средней прочности (предел прочности на одноосное сжатие от 15 до 50 МПа); 4. Чередование грунтов, отличающихся по категории технологической сложности строительства подводного перехода методом ННБ более чем на 2 категории; 5. Наличие карстовых полостей более 2 м.	менее 100	Обрушения ствола скважины, поглощение бурового раствора, разрушение бурового инструмента (до ≈112 сут.)

* Выбор категории сложности строительства подводного перехода методом ННБ осуществляется по результатам сопоставления инженерно-геологических условий строительства проектируемого подводного перехода и инженерно-геологических условий, относящихся к каждой из категории (колонка 2). Категории распределены в следующей последовательности: очень легкие (1 категория), легкие (2 категория), средние (3 категория), сложные (4 категория), очень сложные (5 категория). Для определения категории сложности строительства подводного перехода достаточно совпадения по 1-му условию. При наличии совпадения условий строительства в разных категориях сложности, выбор осуществляется по наиболее сложной категории. Условия строительства считаются совпавшими при распространении по стволу скважины грунтов, определенных в инженерно-геологических условиях для каждой категории (колонка 2), не менее 15% от общей длины скважины подводного перехода.

** Классификация грунтов принята по ГОСТ 25100-2011

Таб. 2 — Категории технологической сложности строительства подводного перехода методом ННБ
Tab. 2 — Categories of technological complexity of underwater crossing by the method of NN

3. Из сопоставления результатов, приведенных в таб. 1 и 2, в пользу критики применяемых расширителей действует и такой фактор. Во 2 и 3 группах переходов проходимые грунты близки по литологическому составу, но скорости строительства в их условиях различаются до 2–3 раз. Эта проблема в значительной степени усугубляется с увеличением диаметра строящейся скважины. Поэтому можно констатировать, что в строительстве переходов методом наклонно направленного бурения не решена проблема создания эффективных расширителей с диаметром 1000 мм и более для работы в условиях

залегания пород средней и высокой группы сложности, а также пород малой прочности, но характеризующихся присутствием высокоабразивных включений.
4. Наличие породоразрушающего инструмента с высокоэффективным воздействием позволит увеличить технико-экономические показатели строительства переходов и эффективность реализации метода наклонно направленного бурения. В связи с этим, считаем необходимым в дальнейшем более детально рассмотреть существующие представления по выбору вооружения и конструкции породоразрушающего инструмента в виде расширителей.

Список литературы

1. Попов А.Н., Спивак А.И., Акбулатов Т.О. и др. Технология бурения нефтяных и газовых скважин: Учеб. для вузов. М.: Недра-Бизнесцентр, 2003. 509 с.
2. Вафин Д.Р., Сапсай А.Н., Шаталов Д.А. Технико-экономические границы применения метода наклонно направленного бурения при строительстве подводных переходов магистральных трубопроводов // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. 2017. №7(3). С. 66–73.

Efficiency of reamers in the course of underwater passage construction by directional drilling

UDC 622.24

Authors:

Yuri V. Lisin — Sc.D., general director¹

Aleksey N. Sapsay — vice president²

Zarif Z. Sharafutdinov — Sc.D., chief researcher of Center for construction methods, inspection of buildings¹; SharafutdinovZZ@niitnn.transneft.ru

¹Transneft R&D, LLC, Moscow, Russian Federation

²PJSC Transneft, Moscow, Russian Federation

Abstract

This paper addresses the issue of selecting a rock cutting tool to ream a pilot bore of an underwater passage as applicable to soil physics and mechanics and reaming techniques. Engineering challenges arising from the use of various cutting tools for reaming are also highlighted.

Materials and methods

Comparative method of correlation of geotechnical construction conditions as applicable to directional drilling.

Results

Thus, ineffective soil drilling, poor cleaning of the bottomhole and the drill string, i.e. settling of cuttings in the hole, and well caving in slow down the rate of penetration on certain drilling intervals. Eventually, all this points to the fact that the drilling technique applied is not efficient. This includes issues related to operation of rock cutting tools, hole cleaning and drilling mud parameters.

Conclusions

Evaluation of geological and drilling conditions, drilling problems and failures, as well as their correlation with achieved volumetric soil cutting rate (Tab. 2) [2] and rate of penetration (Tab. 1) suggest the following:

1. Failure of drilling equipment flags poor performance of drill pipes and shows that the rock cutting tool was unable to efficiently cut the soil under applied load. Further this allows us to speak of drilling equipment being inadequate towards the soil drilled as well as of design flaws.

2. Operating problems and failures resulting from wells caving in are not only indicative of poor stabilizing properties of the drilling fluid but they also show that the rock cutting tool is not capable of compacting and stabilizing uncemented rock by transferring loads from the drill string onto the bottomhole.

3. Comparison of results, given in Tab. 1 and 2, reveals another factor that supports criticism of applied reamers. Soils found in the 2nd and 3rd groups of passages are lithologically similar. However rates of hole construction in given conditions vary by 2–3 times. This problem gets significantly worse with the enlargement of a drilled wellbore. We may therefore assert that construction of passages through directional drilling is still associated with lack of efficient 1000+ mm reamers to be used in medium and high complexity rocks as well as in soft formations with highly abrasive inclusions.

4. A high efficiency rock cutting tool helps to improve performance indicators for passage construction and effectiveness of directional drilling method. That said, we deem it necessary to further review current views on selection of drilling equipment and design of rock cutting tools in the form of reamers.

Keywords

rock cutting tools, drilling, directional drilling, crossing construction

References

1. Popov A.N., Spivak A.I., Akbulatov T.O. *i dr. Tekhnologiya bureniya neftyanykh i gazovykh skvazhin: Ucheb. dlya vuzov* [Drilling technology of oil and gas wells: Textbook]. Moscow: Nedra-Biznestsentr, 2003, 509 p.
2. Vafin D.R., Sapsay A.N., Shatalov D.A. *Tekhniko-ekonomicheskie granitsy primeneniya metoda naklonno-napravlenogo*

bureniya pri stroitel'stve podvodnykh perekhodov magistral'nykh truboprovodov [Technical and economic limits to the application of the horizontal direction drilling method in the construction of underwater transitions of main pipelines]. Science & Technologies: Oil and Oil Products Pipeline Transportation, 2017, issue 7 (3), pp. 66–73.



СЕМИНАР- КОНФЕРЕНЦИЯ

04–08 июня 2018

«Инновационные решения в области КРС, ПНП, ГНКТ, внутрискважинные работы и супервайзинг в горизонтальных и разветвленных скважинах»



Иновационные
Технологии

+7 (3452) 534 009
togc@bk.ru, in_tech@bk.ru
WWW.TOGC.INFO