РАЗРАБОТКА СТУПЕНЧАТОЙ БУРГОЛОВКИ И СЪЕМНОЙ ВНУТРЕННЕЙ БУРИЛЬНОЙ ТРУБЫ ДЛЯ КОМПЛЕКСА ССК HRQC

Муратов Нуритдин Джаббарович

советник по технической политике председателя Госкомгеологии Республики Узбекистан, Узбекистан, г. Ташкент

DEVELOPMENT OF A STEPED ROD AND A REMOVABLE INNER DRILL PIPE FOR THE SCK HRQC COMPLEX

Nuritdin Muratov

Technical Policy Advisor for the Chairman of the State Committee on Geology and Mineral Resources of Republic of Uzbekistan, Uzbekistan, Tashkent

Аннотация. В статье предложена идея приведения к минимуму спуско-подъемных операций (СПО) бурильного снаряда ССК при бурении преимущественно в осадочных породах и завершения скважины одной-двумя СПО. Для решения такой технико-технологической задачи предусматривается оснащение наружной бурильной колонны ССК наружной ступенчатой бурголовкой, внутренней съемной бурильной трубой со специальным долотом для бурения сплошным забоем. При преходе на бурение с отбором керна, заменить внутренюю бурильную трубу на керноприемную трубу без подъема основной бурильной колонны. Обсуждаются предлагаемые новые конструкции наружной бурголовки, внутренней бурильной трубы и ее долота, а также их адаптация к геометрическим правилам размещения режущих элементов в матричной части породоразрущающего инструмента и внутреннее долото.

Abstract. The article proposes the idea of minimizing round-trip operations (RTO) of the SSK drill string when drilling mainly in sedimentary rocks, and even completing the well with one or two RTOs.To solve such a technical and technological problem, it is envisaged to equip the external drill string of the SSC with an external stepped drill head, an internal removable drill pipe with a special bit for drilling with solid bottomhole.When going to the drill with core sampling, replace the inner drill pipe with a core pipe without lifting the main drill string.The proposed new designs of the outer drilling head, the inner drill pipe and its bit are discussed, as well as their adaptation to the geometric rules for placing cutting elements in the matrix part of the rock cutting tool and the inner bit.

Ключевые слова: комплекс осадочных пород; шнек; спускоподъемная операция; комплекс ССК; внутренняя бурильная труба; ПСД (поликристаллический алмаз); БИТ (долото).

Keywords: sedimentary rock complex; auger; lifting operation; SSK system; internal drill pipe; PCD (Polycrystalline diamond); BIT.

Основной проблемой бурения скважин на твердые полезные ископаемые (ТПИ) и строительства скважин различного назначения, в том числе при разведке урановых месторождений песчаникового типа, является необходимость их бурения в разнообразных горно-геологических условиях с высокой механической скоростью и ресурсом породоразрушающего инструмента. Вопрос повышения ресурса и универсальности бурового инструмента крайне актуален, особенно при бурении глубоких скважин. Современные технологии в области производства сверхтвердых искусственных и композитных материалов позволили создать современные буровые инструменты, обладающие высокотехнологичными и техническими характеристиками [1–11].

Для твёрдых горных пород это долота и коронки с импрегнированной породоразрушающей матрицей, насыщенной мелкими искусственными алмазами и оснащенные сверхтвердыми алмазосодержащими вставками, что позволяет создать универсальный и высоко ресурсный буровой инструмент [1, 7, 11]. Для эффективного бурения горных пород средней твердости в настоящее время наиболее высокие результаты получены при использовании долот и коронок с термостойкими (TSP) резцами типа PDC (polycrystalline diamante cutters). Использование долот с термостойкими резцами PDC позволяет получить высокие результаты [2–4,8,9-10]. С 2016 года на объектах ННГМК (ныне“Навоийуран”) успешно прошла отработка матричного PDC долота диаметрами от 118 до 215,9 мм производства компании БУРИНТЕХ и серии Tornado, производства компании DDI, США. Бурение осуществлялось гидродвигателем и ротором. Проходка на долото при средней скорости бурения 20 м/ч составила 2970 м до первой реставрации, максимальная скорость бурения достигала 31 м/ч.

В настоящее время автором статьи предлагается, и по его мнению для приведения к минимуму спускоподъемных операций (СПО), использование бурильного снаряда ССК при бурении преимущественно в осадочных породах и звершения скважины одной-двумя СПО в скважинах средней глубины (650-700 м). Для этого предлагается авторская конструкция универсального и высоко ресурсного бурового инструмента при бурении в осадочных комплексах урановых месторождений, при наличии в них прослоев твёрдых горных пород, и породах средней твердости. Это требует оснащения наружной бурильной колонны ССК размера HRQC наружной ступенчатой бурголовкой, внутренней съемной бурильной трубой со специальным долотом для бурения со сплошным забоем. Одним из главных преимуществ данного предложения — это при преходе на бурение с отбором керна, приостанивливается бурение, приподнимается снаряд на 3-6 метров от забоя, заменяется внутреняя бурильная труба на керноприемную трубу с исползованием овершота, без подъема основной бурильной колонны.

В настоящее время у производителей Америки, Европы и Китая имеются резцы разной конфигурации. Резцы PDC имеют круглую цилиндрическую форму, удобную для расположения их в инструменте под необходимым углом, что существенно влияет на эффективность разрушения породы (рис. 1)

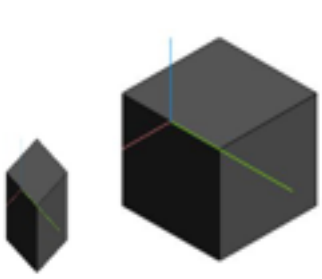


Рисунок 1. ***Резцы PDC круглой цилиндрической формы***

Рисунок 2. ***Резцы PDC квадратной ф параллелепипеда и их расположение в***

Резцы PDC имеют квадратную форму или форму параллелепипеда, удобную для расположения их в инструменте для обеспечения долговечности внутреннего диаметра бурголовки или коронки по заданной схеме (рис.2).

Такие бурголовки отличаются ремонтопригодностью, износостойкостью, высокими показателями механической скорости бурения. Например, PDC долота, в отличие от шарошечных, разрушают породу резанием, что намного эффективнее дробления –скалывания при разрушении горных пород средней твёрдости [6, 10,18].

Результаты анализа по исследованию износа долот с резцами PDC на объектах буровых работ АО “Уранредметгеология” показывают, что резцы изнашиваются только фрагментами. На момент снятия долот с работы фрагментные износы, составляющие 50% и более, обращены к забою резца покрытой ПДС (polycrystalline diamante cutters). Редко встречались выходы из строя резцов, установленных под градусом, из-за сколов их нижней кромки. Изучение долот ПДС при бурении разрезов показало, что сколу подверглись резцы в основном при работе на крепких сильно трещиноватых породах и гравийно-галечных отложениях, а также из-за вибрации бурового снаряда, связанной с неоптимальной подачей осевой нагрузки на бурголовку.

Компания Smiht Bits проанализировала причины выхода из строя и износа резцов долот PDC, с целью повышения ресурса бурового инструмента. Учитывая отмеченную особенность износа пластин PDC, компания разработала долота с резцами ONYX 360 и ONYX II. Такие резцы установлены в наиболее нагруженных частях торца долота с возможностью вращения в процессе

а *б*

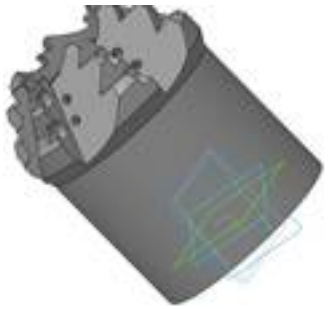
Рисунок 3. Фрагменты расположения ПДС резцов на корпусе долота

а- ONYX 360 и ONYX II с возможностью вращения в процессе бурения на 360°, б- корпус оснащенный ПДС резцамибурения на 360°

При бурении долотами ONYX 360 по абразивному песчанику рост ресурса долота составил 57 %, а скорости бурения – 26 % [5,6, 8-10].

Сравнительные испытания резцов ONYX на износ показали, что по сравнению с фиксированными резцами аналогичной формы и размеров, данные резцы существенно повышают возможности эффективной работы по разрушению горной породы. Например, установлено, что резцы ONYX могут выполнить 600 проходов по породе, тогда как фиксированные резцы – только около 100 [9;10].

Однако, изготовление таких врашающихся резцов является высокотехнологичными и их дороговизна по изготовлению бурголовок для разведочного бурения урановых месторождений явно повышает стоимость 1 пог.м бурения скважины. Кроме того, изготовление самой бурголовок тоже является высокотехнологичным процессом, который заключается в том, что формы бурголовок необхдимого размера (наружний 106 мм, внутренний 47,6 мм) должны иготовливаться с применением специальной технологии селективного лазерного сплавления (SLM) 3Д-принтера. SLM или технология селективного сплавления – это тип прямой печати металлом и другим формовочным материалом, при котором достигается плотность 99,5%, если сравнивать с моделями, полученными обычным литьем. Производство (печать) деталей или формовка в таких 3D принтерах в нашей республике ещё не развито. Поэтому, учитывая что при разведке урановых месторождений глубина скважин доходит максимум до 1000-1100 метров и в разрезах основной объем составляют осадочные породы, характеризуемые по буримости II-VII категориями и, в редких случаях до IX категории, автором предлагается другая, более простая конструкция - фиксированные резцы ПДС на ступенчатом корпусе бурголовок (рис.4). Металлический корпус бурголовки позволяет производить ее механическую обработку на обычных токарных и фрезерных станках. Спайка резцов на месте установки корпуса бурголовки производится по инструкции пайки твёрдосплавных пластин. Кубикообразные резцы ПДС устанавливаются на самой торцевой ступени бурголовки и спаивается так, чтобы по наружному диаметру составляли 67 мм. Этот ряд ПДС пластин будет иметь первоначальный контакт с породой в процессе бурения. Поэтому качество спайки должно быть безупречным и машинист во избежание механического повреждения резцов бурголовки должен опустить снаряд с осторожностью до забоя и начать бурение с плавным вращением. Внутренние грани PDC, устанавливаются так, чтобы внутренняя керноформирующая часть бурголовки имела внутренний диаметр 47,6 мм. Остальные цилиндрические ПДС устанавливаются на четырёх ступенях так, чтобы чередующимися ступенями при вращении создавалось спиралеобразное движение фиксированных резцов в процессе бурения. Самая верхняя ступень, с учетом выступа режущей части ПДС по конусу, должна обеспечить наружный диаметр 106 мм, т.е. размер для формирования конечного диаметра скважин.



а *б*

Рисунок 4. ПДС фиксированными резцами на ступенчатом корпусе бурголовок 106/47,6 мм

а - металлический ступенчатый корпус с промывочными отверстиями, б - корпус оснащенный ПДС резцами.

Предлагаемая форма и профиль бурголовки обеспечивают эффективное проникновение в породу и снижает сопротивление крутящего момента.

Кроме того, разработан дополнительный инструмент в комплектации новой технологии - это внутренняя бурильная труба с толщиной стенки 5,0 мм такой же длины, как и керноприемник, но на конце трубы будет завинчено внутреннее долото BIT PDC -47,3 мм (рис. 5). Это сделано для того, чтобы внутренняя труба совместно со ступенчатой бурголовкой BIT PDC 106/47,6 завинченной на наружную бурильную трубу колонкового набора Н, производила бурение скважин со сплошным забоем. В процессе бурения к этой внутренней трубе прикладывается достаточное усилие и давление, такие как крутящий момент и осевая нагрузка. Этот инструмент, верхней частью, т.е. под гребковым механизмом головного блока, прикрепляется плечами стопоров, установленных в верхнем корпусе с помощью двух соединительных рычагов и пружинным разрезным штифтом, работающими по принципу обратно-поступательного движения под действием пружины стопоров. Два стопора упираются в ребро релитового переходника и предотвращают вращение и поднятие на верх внутренней трубы, а наоборот поддерживают его вращение вместе с наружной колонковой трубой со ступенчатой бурголовкой.

При переходе на бурение с отбором керна, бурение приостанивливается, снаряд приподнимается на не менее 3 метра от забоя, овершот направляется до сцепления грибком внутренней бурильной трубой и поднимает лебедкой ССК. Внутреняя бурильная труба заменяется на керноприемную трубу с исползованием овершота, без подъема основной бурильной колонны. Машинист буровой установки убедившись, что керноприемная труба села на место, с осторожностью и небольшим вращением бурильного вала, опускает ее в зобой скважины и после обильной промывки забоя начинает бурение с отбором керна.

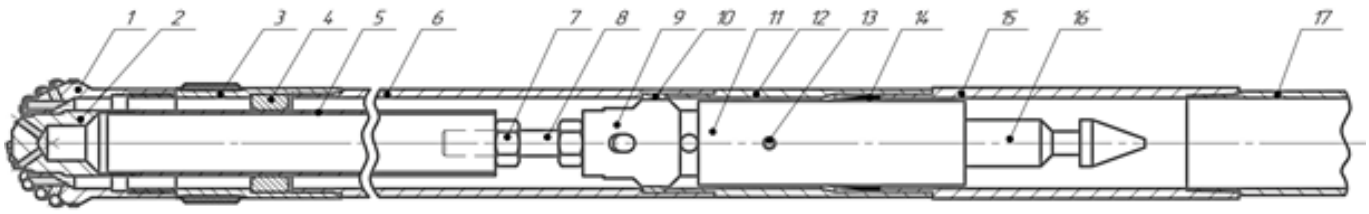


Рисунок 5. Колонковый набор HQNM, оснащённой бурголовкой TPDC/H110/47,6 мм с

фиксированными ПДС резцами на ступенчатом корпусе, внутренней бурильной трубой с долотом BIT PDC -45,6 мм

1-наружная бурголовка TPDC/H110/47,6; 2-внутренняя долото BIT PDC -45,6 мм; 3-расширитель д-110 мм; 4-стаблизатор; 5-внутренняя бурильная труба д-56 мм; 6-наружная колонковая труба д-92 мм; 7-регулировочная гайка; 8-шпиндель; 9- корпус нижней защелки; 10-посадочное кольцо; 11- корпус защелки втягивающего; 12-подрелитовая муфта; 13- пружинный штифт; 14-защелки; 15-релитовый переходник; 16-гребковый (копьевидный) механизм для цепления овершота; 17- бурильная труба д-89,9 мм.

Все эти технические решения позволяют от 1,5 до 2,5 раз увеличить ресурс бурголовки при их использовании в бурении на породах осадочного комплекса

Список литературы:

1. Su O., Ali Akcin. Numerical simulation of rock cutting using the discrete element method // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. – 2011. – V. 48 (3). – P. 434–442.

2. Буровые долота с опорными элементами, обеспечивающими уменьшение выступания режущих элементов: пат. Рос. Федерация № 2421589; заявл. 14.12.06; опубл. 20.06.11, Бюл. № 17. – 23 с.

3. Режущие элементы бурового инструмента с закрепленными резцами, выполненные из синтетических алмазов, сформированных химическим осаждением из паровой фазы: пат. Рос.Федерация № 2638220; заявл. 18.11.13; опубл. 12.12.17, Бюл. № 35. – 22 с.

4. Нескоромных В.В. Разрушение горных пород при бурении скважин. – М.: ИНФРА-М; Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2015 – 336с.

5. Product Catalog. Smith Bits. A Schlumberger Company. 17-BDT-310907 Copyright 2018 Schlumberger. URL: https://www.slb.com/-/media/files/smith/catalogs/bits-catalog (дата обращения 18.01.2020).

6. Optimization model for polycrystalline diamond compact bitsbased on reverse design / Z. Ai, Y. Han, Y. Kuang, Y. Wang,M. Zhang // Advances in Mechanical Engineering. – 2018. – № 10 (6). – P. 1–12.

7. Нескоромных В.В., Борисов К.И. Аналитическое исследование процесса резания скалывания горной породы долотом с резцами PDC // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 323. – № 1. – С. 191–195.

8. Чулкова В.В. Метод выбора долот PDC для перемежающихся по твердости горных пород // Вестник Ассоциации буровых подрядчиков. – 2015. – № 2 . – С. 17–19.

9. Инновационные подходы к конструированию высокоэффективного породоразрушающего инструмента / А.Я. Третьяк, В.В. Попов, А.Н. Гроссу, К.А. Борисов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2017. – № 8. – С. 225–230.

10. Шарипов А.Н., Храмов Д.Г., Ковалевский Е.А. Оптимизация конструкций долот PDC, направленная на снижение времени бурения секции под эксплуатационную колонну // Бурение и нефть. – 2013. – № 6. – С. 42–43.

11. Муратов Н.Д. Жабборов Д.Н. Технология бурения по осадочным комплексам пород урановых месторождений с применением снаряда ССК (HRQC) и оборудований для интенсивной очистки выбуренного шлама (методические рекомендации)/ Госкомгеологии РУз.

Т.: ГУ «Минеральных ресурсов», 2020. – 110 с.: