

УДК 622.24.085

О. И. Калиниченко, докт. техн. наук, А. В. Хохуля, И. А. Сокол

Донецкий национальный технический университет (ДонНТУ), г. Донецк,
Украина

ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МНОГОРЕЙСОВОГО БУРЕНИЯ ПОДВОДНЫХ СКВАЖИН УСТАНОВКАМИ УМБ-130М

В статье приведены результаты разработки и использования нового технологического оборудования, обеспечивающего снижение трудоемкости и непропорциональных затрат времени на бурение подводных скважин глубиной до 50 м установками УМБ-130М.

Ключевые слова: много рейсовое бурение, стабилизирующая опора, погружной гидроударный буровой снаряд.

Для отечественного морского бурового производства избирательность технической базы бурения подводных скважин глубиной до 50 м расширена за счет установок УМБ-130М [1, 2]. Принципиальной особенностью установок является возможность поинтервальной проходки скважины на основе комбинированной схемы разрушения осадков:

- отбор керна на заданном интервале, за счет ударно-вибрационного погружения бурового снаряда (ПБС) в осадки;
- размыв обрушенных пород на ранее пройденном участке скважины (проходка без отбора керна).

При этом в цикле технологических операций бурения применение УМБ-130М не предусматривает закрепление ствола обсадными трубами. Учитывая забортный вариант исполнения УМБ-130М, для эксплуатации установки не требуется такое оборудование как буровая вышка, буровой станок, трубооборот, бурильные и обсадные трубы, емкости для приготовления, хранения и очистки бурового раствора и др. Эта особенность обуславливает возможность применять УМБ-130М для производства буровых работ с неспециализированных судов (спасательные суда, морские буксиры и т.д.).

В состав установки (рис. 1) входит погружной гидроударный буровой снаряд (ПБС) с грузовым переходником 8, придонное основание с направляющей воронкой для стабилизации ПБС в вертикальном положении, система канатов, связывающих судно и придонное основание через ролики Г-образных опорных стоек 6 и 7, жестко прикрепленных к планширю фальшборту судна. По функциональному назначению опоры 6 относятся к направляющим, а опора 7 является грузовой. На конце грузового каната

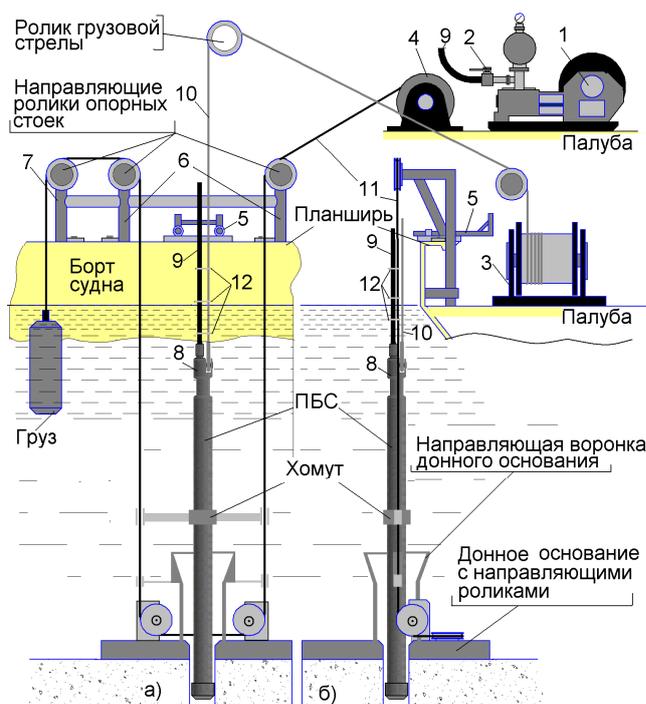


Рис. 1. Принципиальная схема установки УМБ-130М: 1 – буровой насос; 2 – регулировочный вентиль; 3 – буровая лебедка; 4 – грузовая лебедка; 5 – кронштейн; 6 – опорные стойки; 7 – грузовая стойка; 8 – грузовой переходник; 9 – нагнетательный шланг; 10 – трос буровой лебедки; 11 – трос грузовой лебедки; 12 – капроновые скобы-подвязки; а) – вид на борт; б) – вид сбоку с сечением палубы судна

положении, система канатов, связывающих судно и придонное основание через ролики Г-образных опорных стоек 6 и 7, жестко прикрепленных к планширю фальшборту судна. По функциональному назначению опоры 6 относятся к направляющим, а опора 7 является грузовой. На конце грузового каната

11, пропущенного через ролик грузовой стойки 7 закрепляется груз, который обеспечивает постоянное натяжение направляющих ветвей грузового каната с компенсацией его длины при перемещениях судна.

Для выполнения спуско-подъемных операций (СПО) необходимый перечень грузоподъемного оборудования установки включает: буровую планетарную лебедку 3, которая через трос 10 обеспечивает выполнение СПО при работе с ПБС, и грузовую лебедку 4 для спуска и подъема донного основания.

Рабочая жидкость для привода гидроударного механизма подается по нагнетательному шлангу 9 буровым насосом 1. Расход жидкости, подаваемой в ПБС, регулируется вентилем 2, располагаемым в нагнетательной линии обвязки насоса.

Центрация ПБС относительно оси скважины при выполнении СПО обеспечивается раскрывающимся хомутом, который свободно перемещается по направляющим ветвям каната 11. В начале операции спуска хомут располагается на выдвижном кронштейне 5. При перемещении кронштейна (втягивании в сторону палубы) происходит освобождение хомута, который перемещаясь по корпусу ПБС, опускается до упора в башмак или ограничительный уступ на колонковом наборе ПБС. При контакте с направляющей воронкой хомут останавливается, а снаряд продолжает перемещение вниз до заданной глубины внедрения. При глубине отбора проб, превышающей уровень входа грузового переходника в воронку опоры, канат 10 и шланг 9 соединяются подвязками из тонкого капронового каната.

После углубки на длину рейса буровой насос отключается ПБС и вместе с хомутом поднимается вверх. Хомут фиксируется на кронштейне. Открытием полустворки хомута буровой снаряд освобождается и с помощью грузовой стрелы и буровой лебедки перемещается на рабочую палубу. В дальнейшем снаряд укладывается на опорные подставки для обработки колонкового набора.

За период 2003 – 2010 г. в акваториях Черного и Азовского морей установкой УМБ-130М пробурены сотни скважин глубиной от 20 до 45 м. По сравнению с традиционной схемой проходки таких скважин стационарными буровыми станками вращательного бурения со специализированных буровых судов, использование УМБ-130М обеспечило более чем 3-х кратное увеличение производительности и рентабельности рассматриваемой области морского бурового производства. По итогам предварительного этапа испытаний применение УМБ-130М позволило также значительно повысить качество отбора проб, обеспечив выход керна 95–98%. По сравнению с традиционно используемым вращательным способом отбора инженерно-геологических проб в рыхлых породах этот показатель вырос более чем на 30% при сохранении высокой механической скорости бурения.

Вместе с тем, как показывает опыт, эксплуатационно-технические возможности установки при реализации используемой схемы бурения могут быть существенно улучшены. Наиболее трудоемкими и затратными во времени являются операции спуска бурового снаряда с подвязкой шланга к канату, а также работы по размещению и обработке ПБС на палубе [1]. Причем последняя операция, из-за ограниченных размеров площадок палубы в определенной степени противоречит нормативным требованиям безопасного ведения работ.

В табл. 1 показаны данные обработки хронометражных наблюдений, накопленных в процессе бурения скважин ИГ1, ИГ2 и ИГ3 глубиной по 30 м на Субботинском нефтегазовом месторождении в Черном море, где толщина воды составляла 50–55 м.

Таблица 1. Обобщенные затраты времени (T, мин) и трудоемкость выполнения операций (N, чел/операция) на бурение интервала скважины (4 м)

Средние затраты времени на выполнение процесса бурения по операциям		
Операция	T	N
• Подъем и перемещение бурового снаряда за борт, и закрепление его в хомуте	3	4
• Спуск бурового снаряда с подвязкой шланга к канату (по средним данным проходки интервала 12 -35м)	24	4
• Подъем бурового снаряда с перемещением на палубу	7	4
• Горизонтальное размещение ПБС на опорные подставки + извлечение кerno-приемной трубы + керна	3+7 +15	4
Всего	59	4

В таблице не учтено время непосредственного бурения, которое определялось механической скоростью ($V_{\text{мех}}$) проходки конкретного типа пород и способом их разрушения. Среднее значение $V_{\text{мех}}$ с отбором керна по плотным илам находилось в пределах 2,6...2,8 м/мин; по пескам – 0,9–1,6 м/мин; по глинам средней плотности и плотным – 0,4...0,9 м/мин. Показатели проходки интервалов скважины с гидроразрывом пород: ил с R_d (до 20%) – 0,5–0,8 мин/м; супесь – 1,3–1,5 мин/м; песок – 1,4–2,0 мин/м; песок плотный с включением R_d (до 10%) – 3,5–3,6 мин/м; глина пластичная – 1,6–1,8 мин/м; глина плотная – 10–12 мин/м.

В соответствии с приведенными данными, в балансе времени на выполнение обеспечивающих операций, более 40% затрачивается на подвязку шланга к канату при спуске ПБС в скважину. Более 42% – это время размещения ПБС на палубе для обработки колонкового набора и извлечение керна. При этом для выполнения работ задействуется не менее 4 человек.

Поэтому вполне закономерным стал поиск решений, направленных на совершенствование технологических приемов при эксплуатации установки УМБ-130М.

Как буровые, так и большинство неспециализированных судов отличаются весьма ограниченными рабочими площадками, как правило, только вдоль борта. В такой ситуации для повышения технико-экономических показателей при одновременном соблюдении уровня безопасности труда и снижении трудоемкости работ, связанных, прежде всего, с размещением ПБС на палубе для извлечения керна, разборки, сборки и ремонта элементов ПБС наиболее целесообразным является направление, в основе которого лежит механизация соответствующих приемов в выделенной выше технологической операции.

На рис. 2 показана схема технического решения в виде комплекса оборудования для выполнения палубных работ с ПБС на площадке вдоль борта судна.

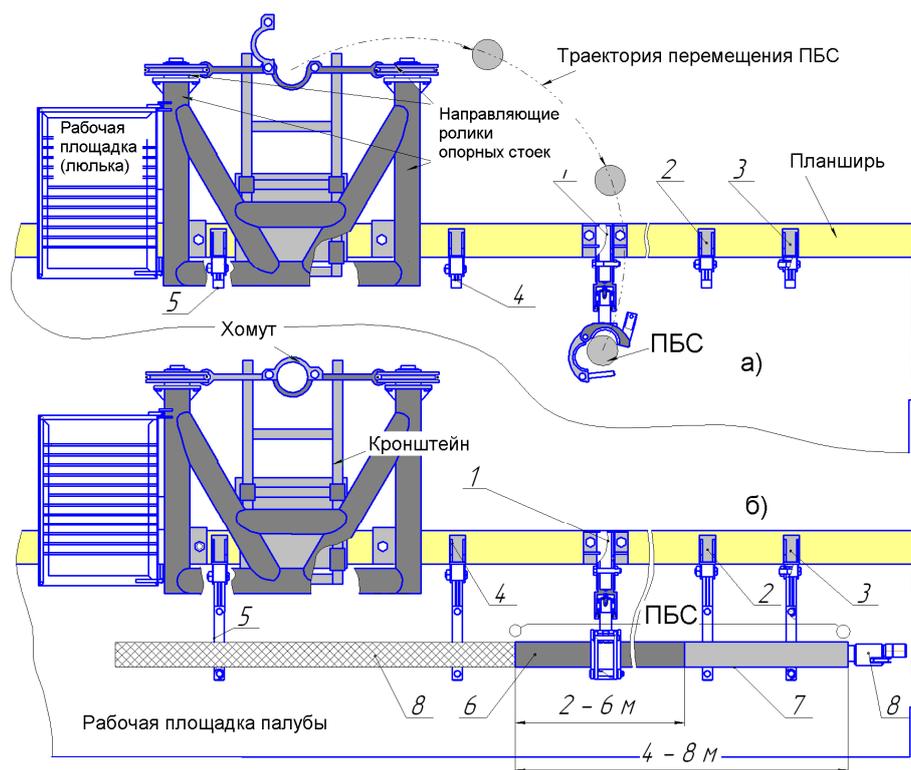


Рис. 2. План размещения разработанного технологического оборудования установки УМБ-130М: 1 – кантователь; 2, 3, 4, 5 – опорные подставки; 6 – колонковый набор ПБС; 7 – Гидроударник ПБС; 8 – извлеченная керноприемная труба; а – схема вертикального перемещения ПБС после освобождения из хомута; б – горизонтальное положение ПБС на опорных подставках

В комплект оборудования входит кантователь 1, раскрывающийся хомут которого установлен на вращающемся в вертикальной плоскости валу, и четыре подставки 2-5, закрепляемые на планшире фальшборта. Узлы выполнены откидными с переводом их в рабочее положение на этапе размещения

ПБС на палубе. Манипуляции с ПБС, связанные с размещением бурового снаряда горизонтально на подставках или установка его вертикально для выноса за борт судна, обеспечиваются с помощью буровой лебедки. Учитывая неодинаковость уровня планширя фальшборта по отношению к поверхности палубы, для обеспечения горизонтальности укладки ПБС, опорные планки подставок выполнены с возможностью изменения высоты с помощью регулировочных винтов.

Исходя из опыта работы с такого типа оборудованием, затраты времени, связанные с обработкой ПБС в процессе подготовительно-заключительных операций, а также трудоемкость этих работ могут быть снижены не менее чем в 1,5 - 2 раза, при весьма высоком уровне безопасности труда. Одновременно расширяются рамки погодных условий, нормированных для выполнения буровых работ.

В отношении соединения каната и нагнетательного шланга, то задача разработки заключалась как в уменьшении количества скоб-подвязок, так и повышении надежности соединений, за счет исключения их «сползания» вдоль троса.

Схема инженерного решения приведена на рис. 3. Здесь, вместо традиционных капроновых скоб-подвязок, с интервалом крепления 2 м по длине троса, предусмотрена более жесткая система согласования длины шланга и троса в процессе спуска и подъема ПБС. К двум-трем «юбкам» шлангового соединения (первые от ПБС) привариваются опорные разрезные цилиндры 3. На расстоянии, соответствующем уровню шлангового соединения в тросе делается прокол, в который заводится мягкая стальная проволока диаметром 2 - 3 мм. По периметру сечения троса с усилием укладываются 5-6 витков проволоки 2; выполняется второй прокол в тросе, в который заводится свободный конец проволоки. При спуске ПБС, трос заводится в прорезь цилиндра 3 с опорой на проволочную навивку.

С помощью двух скоб 1 (капроновых подвязок), устанавливаемых непосредственно над и ниже цилиндра 3 обеспечивается страховка троса от выхода его из прорези цилиндра. Принятое решение оправдало себя в процессе бурения скважин с буровых судов «Диабаз» и «Триас» на шельфе Вьетнама. Удельные затраты времени на страховочную подвязку (4 шт. на 20 м) составили 0,2 мин/м, вместо 0,8 мин/м (8-10 шт. на 20 м) при использовании традиционных скоб-подвязок. Причем, если раньше в процессе бурения основная часть скоб-подвязок обрывалась или «сползала» к ПБС, что затрудняло процесс извлечения снаряда через патрубок донного основания, то применение нового крепления полностью исключило нарушение связи троса и шланга.

Исходя из полученных производственных данных и опыта работы с устройствами аналогичного назначения [3], разработанное дополнительное технологическое оборудование и новая схема связи шланга и троса, являются средством роста технико-экономических показателей бурения скважин установками УМБ-130М, за счет сокращения (более чем в 1.5 раза) затрат времени на выполнение спуско-подъемных операций и обработки ПБС на палубе судна. При этом с одной стороны значительно повышаются эргономические показатели производства, с другой - обеспечивает достаточно высокий уровень безопасности труда, при одновременном расширении метеорологического диапазона использования судов при выполнении буровых работ.

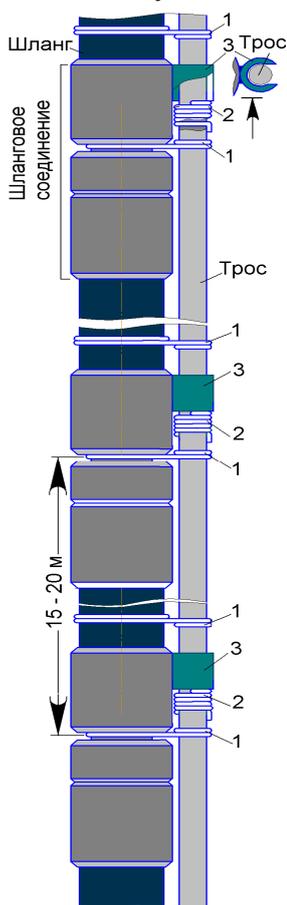


Рис. 3. Новая схема связи троса буровой лебедки и нагнетательного шланга

У статті приведені результати розробки та використання нового технологічного обладнання, що забезпечує зниження трудомісткості та мимовільних витрат часу на буріння підводних свердловин глибиною до 50 м установками УМБ-130М.

Ключові слова: багато рейсове буріння, стабілізуюча опора, заглибний гідроударний буровий снаряд.

The article describes results of development and application of new technological equipment that secures reduction of labour-intensiveness and time overhead needed for drilling of the underwater holes with up to 50 meters depths using "UMB-130M" unit.

Key words: long-run drilling, stabilize foot, submersible hydraulic hammer drilling projectile.

Литература

1. Калиниченко О. И., Зыбинский П. В., Каракозов А. А. Гидроударные буровые снаряды и установки для бурения скважин на шельфе.- Донецк: «Вебер» (Донецкое отделение), 2007. – 276 с.
2. Калиниченко О. И., Каракозов А. А., Зыбинский П. В. Новые технические средства и технология поинтервального бурения инженерно-геологических скважин на шельфе.//Груды ДонГТУ. Серия Горно-геологическая. – Донецк. – 2001. – Вып. 36. – С. 14–148.
3. Калиниченко О.И. Разработка комплекса технологического оборудования для однорейсовой проходки подводных скважин. //Науковий вісник. №7, Національного гірничого університету. Науково технічний журнал Дніпропетровськ, 2009. С. 45 – 50.

Поступила 16.06.11

УДК 622.233.4

А. А. Игнатов, Н. В. Герасименко

Государственный ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина

КОМБИНИРОВАННОЕ ШАРОШЕЧНО-ЦЕПНОЕ ДОЛОТО

Приведены краткие сведения по конструкции различных типов шарошечных долот. Описаны некоторые возможные технические решения новых моделей породоразрушающего инструмента. Детально рассмотрены особенности комбинированных шарошечно-цепных долот. Показана перспективность их применения.

Ключевые слова: шарошечное долото, система опоры, механизм разрушения, зубчатая цепь, горная порода, подшипник скольжения.

Введение

Породоразрушающий инструмент, применяемый при проходке скважин, характеризуется большим разнообразием, как по своей конструкции, так и по условиям применения. Конструктивные и иные особенности породоразрушающего инструмента во многом определяются глубиной скважины и ее назначением. Из всей номенклатуры породоразрушающего инструмента для проходки скважин различного назначения шарошечные долота можно считать, пожалуй, самым главным и наиболее распространенным. Шарошечные долота, как по конструкции, так и по технологии изготовления, являются самым сложным из всего инструмента для бурения скважин [1].

В машиностроении трудно найти аналогичный инструмент, условия, работы которого были бы такими же сложными и практически неконтролируемыми, как у буровых шарошечных долот. Значительная энергоемкость разрушения горных пород влечет за собой высокую степень энергетической нагруженности элементов конструкции долот, в особенности опор шарошек.

Поэтому, одной из основных причин выхода долот из строя является разрушение опорных подшипников. С целью устранения указанного недостатка был начат выпуск шарошечных дисковых долот [2].

В отличие от обычных шарошечных долот, дисковые позволяют при одном и том же диаметре долота разместить более мощные опоры. Кроме того, диски долот вращаются вокруг своей оси с числом оборотов значительно меньшим числа оборотов шарошек обычных долот, что положительно сказывается на стойкости их опор и позволяет увеличить их работоспособность.

Усиление опорного узла открыло путь к дальнейшему совершенствованию дисковых шарошечных долот в направлении увеличения их рабочей площади. Это было реализовано в конструкции дискового цепного долота [3], которая характеризуется следующим. В лапах такого долота закреплены две оси – верхняя и нижняя, на которых размещены звездочки и зубчатые диски