

УДК 622.24.085.5

**С.В. Гошовский**<sup>1</sup>, докт. техн. наук; **Б.Н. Васюк**<sup>2</sup>, канд. техн. наук; **Р.Ю. Штефан**<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Украинский государственный геологоразведочный институт (УкрГГРИ), г. Киев

<sup>2</sup>Днепропетровское отделение УкрГГРИ, г. Днепропетровск, Украина

### НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПОДВОДНОГО БУРЕНИЯ

*There are consideration a new equipment for submarine drilling: mechanical percussive drill and autonomous rotary electrically powered drill.*

Геологическое изучение шельфа морей является приоритетным направлением геологоразведочных работ. Изучаются состав, условия формирования и пространственного изменения донных осадков, магматических и метаморфических горных пород, тектоника земной коры, вулканизм, происхождение и характер размещения горючих, рудных и нерудных полезных ископаемых, многие другие вопросы. При изучении шельфа морей используются, преимущественно, дистанционные методы. Исследования осуществляют со специальных судов, оснащенных стационарными буровыми станками и автономными установками для подводного бурения, геофизической аппаратурой, подводными аппаратами (обитаемыми и необитаемыми), водолазными средствами и т. д. [1].

При изучении украинского шельфа Черного и Азовского морей используются специализированные научно-исследовательские суда, в частности “Диорит”, принадлежащий предприятию “Причерномор ДРГП”. Судно “Диорит” оснащено буровым станком ЗИФ-1200МР и комплексом ГКГ-100, обеспечивающим бурение с гидротранспортом керна. На судне базируются также автономная установка для подводного бурения, оснащенная электроприводным центробежным вибровозбудителем (вибротрубка); забивной грунтонос, приводимый в действие колонной бурильных труб [6].

Довольно высокой эффективностью имеет комплекс КГК-100. Основной его недостаток связан с ограничением глубины моря, при которой возможно его применение: не более 70 м, что определяется весом бурильной колонны и грузоподъемностью бурового станка. Надежным средством для бурения скважин глубиной до 20 м является забивной грунтонос. Однако его конструкция не оптимальная, поскольку не предусмотрен канал для подачи промывочной жидкости на забой скважины, в результате, чего перед началом рейса из призабойной зоны скважины не удаляются остатки породы и буровой шлам, что уменьшает длину рейса и снижает скорость бурения.

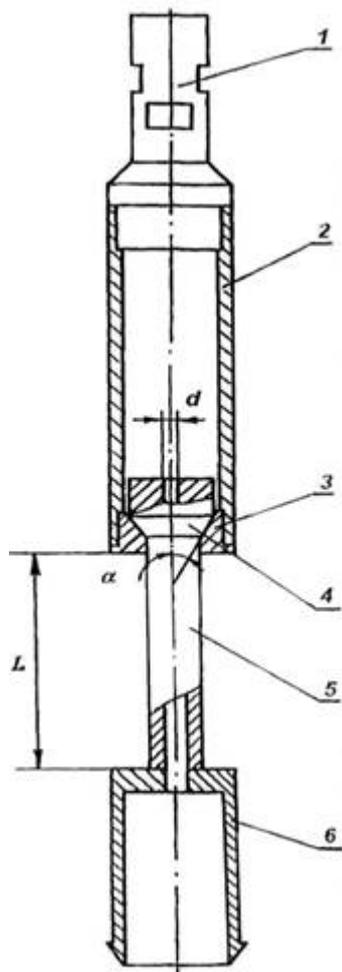


Рис. 1. Схема универсального устройства для ударно-забивного бурения

Следует отметить, что в настоящее время при изучении шельфа морей в плане технического оснащения геологоразведочных работ происходит ориентация на применение автономных буровых установок судового базирования [5; 8]. Эти технологии и техника применяются в конкретной области, так как на начальной стадии разведочных работ достаточно обеспечить проходку мелких скважин глубиной 6–10 м. Применение автономных однорейсовых установок позволяет:

- снизить зависимость процесса бурения от условий волно-ветрового режима;
- производить бурение практически на любых глубинах;
- автоматизировать операции бурения и керноотбора;
- опробовать новое оборудование и технологии с минимальными затратами.

К автономным буровым установкам относится также вибрационная трубка, однако ее надежность и эффективность невысоки из-за быстрого нагревания приводного электродвигателя, находящегося в герметичном кожухе.

К более надежным техническим средствам для подводного одно-рейсового бурения относятся гидроударные и гидровращательные установки.

Гидроударная однорейсовая погружная буровая установка ПУВБ-150 (разработка Донецкого НТУ) [5] успешно применялась при морском бурении. За период с 1972 по 1986 г. только на участках Дальнего Востока пробурено более 1700 скважин глубиной до 5 м (в отдельных случаях 12 м). Максимальная глубина акватории составляла 100 м. Значительный объем внедрения установки подтверждает ее эффективность, при этом были установлены следующие недостатки: ограниченная глубина моря (до 100 м) и глубина бурения (до 5 м), значительное усилие (до 4 тонн) при извлечении колонкового снаряда в конце рейса при выключенном гидроударнике, особенно при внедрении в глинистые породы, невозможность применения установки при бурении пород средней твердости или крепких, а также пород, перемежающихся

по твердости. Последнее обстоятельство определило необходимость разработки новой, универсальной установки.

В Донецком НТУ была разработана гидровращательная установка ПГВУ-150М [5], которая в 1976-1978 г. на морских участках работ Тихоокеанской экспедиции прошла опытно-промышленные испытания. Установка включает гидродвигатель, поршень, с винтом которого совершает возвратно-поступательные движения, взаимодействует с зубчатыми полумуфтами и сообщает вращение колонковой трубе с коронкой. Максимальная глубина акватории – 50 м, глубина опробования – 6 м. Гидровращательной установкой были пробурены скважины в породах различных категорий по буримости: от сильно обводненных тонкозернистых песков до окремненных аргиллитов. Недостатками установки являются существенно ограниченная глубина акватории, при которой возможно ее применение, конструктивная сложность, недолговечность винтового преобразователя.

Рассмотрим новые технические средства для морского бурения: универсальное устройство для ударно-забивного бурения [3] и станок для подводных буровых работ [4].

Предложенное устройство для ударно-забивного бурения обеспечивает возможность промывания скважины, что определяет расширение его функциональных возможностей и повышения эффективности. Схема устройства показана на рис. 1. Снаряд включает переходник 1, корпус ударного механизма 2, ударник 3, ограничитель 4, шток 5 и грунтонос 6. Внутренняя поверхность ударника и наружная ограничителя являются коническими с углом наклона  $\alpha$ . Полость корпуса за счет осевых отверстий в ограничителе, штоке и грунтоносе сообщается с внешним пространством; отверстие в ограничителе калиброванное, диаметром  $d$ . Ударник может перемещаться относительно грунтоноса на расстояние  $L$ .

Для выполнения буровых работ устройство на бурильных трубах опускается на забой скважины с борта судна, лебедкой станка производится “расходка” бурового инструмента; при этом корпус ударного механизма совершает периодические осевые перемещения, ударник бьет по торцевой поверхности грунтоноса, который внедряется в донные отложения. При заполнении грунтоноса породой “расходка” инструмента прекращается, грунтонос извлекается на поверхность. Перед началом следующего рейса при необходимости промывается

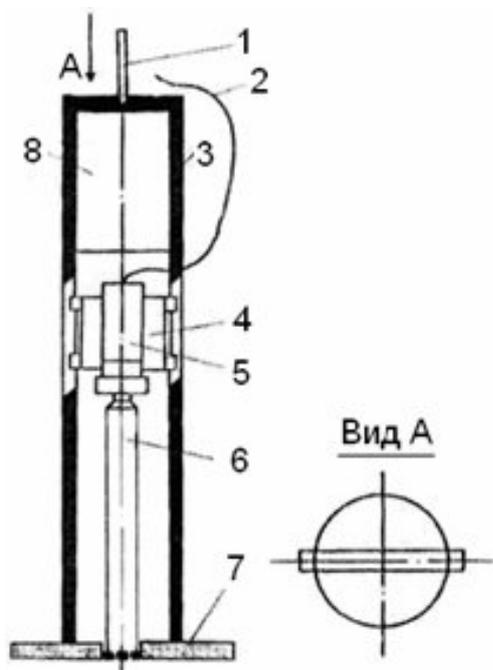


Рис. 2. Схема станка для подводного бурения

скважина; при этом промывочная жидкость через бурильные трубы поступает в полость ударного механизма, где создается избыточное давление, обусловленное местным гидравлическим сопротивлением в отверстии ограничителя; за счет избыточного давления, а также напора жидкости прижимается ограничитель к внутренней поверхности ударника, при этом взаимодействуют конические поверхности деталей и снаряд приобретает достаточную жесткость. В дальнейшем поток промывочной жидкости поступает на забой скважины, откуда вымываются шлам и остатки разрушенной породы. После очистки забоя подача промывочной жидкости прекращается, узлы устройства получают возможность относительного осевого перемещения, снаряд работает в режиме ударно-забивного бурения. В результате очистки перед каждым рейсом забоя скважины повышается скорость внедрения грунтоноса в породу и эффективность работы в целом.

Если нужно получить пробу рыхлых отложений, например песков, не из призабойной зоны, а из более глубокого интервала, промывочная жидкость подается на забой скважины, где происходит вымывание породы и вынос ее на поверхность по затрубному пространству, за счет чего грунтонос постепенно погружается в толщу морских отложений. При определенной глубине погружения подача промывочной жидкости прекращается, производится “расходка” инструмента, грунтонос внедряется в породу, а в дальнейшем извлекается из скважины. Таким образом, возможно оперативное получение пробы рыхлых пород из заданного интервала отложений.

С 2005 г. представленный снаряд применяется предприятием “Причерномор ДРГП” в морских инженерно-геологических исследованиях, а также для удаления продуктов разрушения горных пород из внутренней полости обсадной колонны.

С учетом современных тенденций развития технологии морских геологоразведочных работ разработан станок для подводного бурения, схема которого изображена на рис. 2. Станок включает трос 1, электрокабель 2, направляющую раму 3, каретку 4, электродвигатель 5,

к которому присоединены центробежный насос и редуктор, колонковый набор 6, опорную плиту 7 и поплавок 8.

П-образная рама жестко соединена с плитой. По направляющим рамы свободно перемещается каретка с установленным на ней электродвигателем, к нижней части которого присоединены центробежный насос и редуктор. К ведомому валу редуктора прикреплен колонковый набор, который центрируется в отверстии плиты. В верхней части направляющей рамы жестко закреплен поплавок.

Станок для подводного бурения работает следующим образом. С борта специализированного судна на тросе устройство опускается на дно водоема, колонковый набор контактирует с донными отложениями и перемещает каретку с присоединенными агрегатами в верхнее положение; вес этих подвижных элементов определяет осевое усилие на породоразрушающий инструмент. Включается электродвигатель, при этом центробежный насос обеспечивает циркуляцию промывочной жидкости, колонковому набору сообщается вращение, происходит бурение скважины.

При вертикальном положении станка (рис. 3.а) сила тяжести  $\bar{P}_g$  и выталкивающее усилие  $\bar{P}_n$  действуют по его оси. При наклоне станка (рис. 3.б) момент силы  $\bar{P}_g$  определяет его переворачивание, а момент силы  $\bar{P}_n$  препятствует этому.

Благодаря тому, что поплавок жестко соединен с рамой, не отклоняется от оси устройства при наклоне последнего, соответственно не уменьшается момент силы

$\bar{P}_n$ , что определяет максимальную устойчивость станка на дне водоема.

Установка обеспечивает однорейсовое бурение на глубину, которая соответствует длине колонковой трубы (до 10 м); по завершению рейса электродвигатель отключается, установка на тросе поднимается из воды и устанавливается на судне, из колонковой трубы вынимается керн для последующего изучения.

#### Выводы.

1. Простыми и надежными средствами для морского бурения скважин глубиной до 20 м являются грунтоносы, принцип действия которых основан на использовании энергии механически поднимаемых грузов. На уровне изобретения предложено универсальное устройство для ударно-забивного бурения скважин, приводимое в действие бурильной колонной, которой сообщаются осевые перемещения. В отличие от аналогов, устройство обеспечивает возможность промывки скважины, за счет чего расширяются его функциональные возможности и повышается эффективность.

2. Для подводного однорейсового бурения предложен новый станок, основными элементами которого являются направляющая рама с плитой, каретка, на которой размещен специальный погружной электродвигатель с понижающим планетарным редуктором, колонковый набор и поплавок. Высокая надежность станка определяется использованием электродвига-

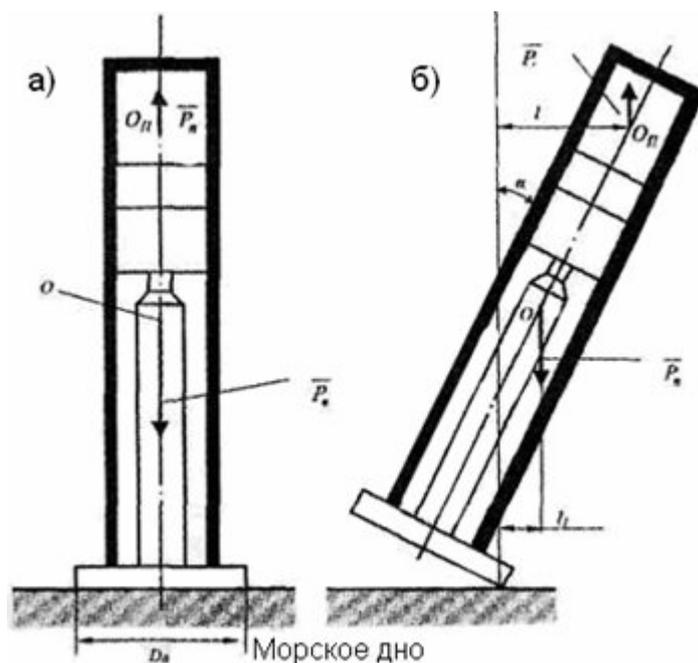


Рис. 3. Схема сил, действующих на станок:

а – станок расположен вертикально;

б – станок расположен под углом к вертикали

теля, адаптированного для подводных работ, с применением поплавка, обеспечивающего устойчивость устройства на дне водоема.

### **Литература**

1. Горная энциклопедия / Гл. ред. Е.А. Козловский; Ред. кол.: М.И. Агошков, Н.К.Байбаков, А.С.Болдырев и др. – М.: Сов. энцикл. –1987.-592 с. Т.3
2. Калиниченко О.И., Зыбинский П.В. Забойные буровые машины: Учебное пособие. – 2-е изд., исправл. и доп. – Донецк: Изд-во ДонНТУ, 2006.– 222 с.
3. Патент 10809 України, 7 E21B1/00, E21B17/07. Універсальний прилад для ударно-збивного буріння/ Б.М. Васюк та ін. – Опубл. 15.11. 05. – Бюл. № 11.
4. Патент 23522 України, МПК (2006) E21B7/12. Верстат для підводного буріння/С.В. Гошовський, Б.М. Васюк. – Опубл. 25.05.07. – Бюл. № 7.
5. Применение погружных автономных установок для однорейсового бурения подводных скважин / О.И. Калиниченко, А.В. Коломоец, Е.В. Квашин и др. – М., 1988. – 45с.
6. Ребрик Б.М. Бурение скважин при инженерно-геологических изысканиях. – 3-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1979. – 254 с.
7. Смолдырев А.Е. Методика и техника морских геологоразведочных работ. – М.: Недра; 1978. – 304 с.
8. Шнюков Е.Ф., Зиборов А.П. Минеральные богатства Черного моря. –К.: Изд-во ОМ-ГОР НАН Украины, 2004. – 280 с.

*Поступила 04.06.08*