

единичные удары, сила которых значительно превышает силу сцепления прихваченного снаряда с породой. При этом проблемными являются вопросы усовершенствования как ГВ, так и ясов в направлении повышения стойкости отдельных узлов и расширения технологических возможностей применения устройств.

Литература

1. Калиниченко О.И. Особенности конструкций и элементы проектирования характеристик гидроударных буровых снарядов для однорейсового бурения подводных скважин // Збірник наукових праць ДонДТУ. Серія гірничо-геологічна. – 2000. – №11
2. Калиниченко О.И. Зыбинский П.В., Каракозов А.А. Погружные буровые снаряды и установки для бурения скважин на шельфе. – Донецк: Изд. «Вебер», Донецкое отделение. – 2007.
3. Каракозов А.А. Ударные механизмы для ликвидации прихватов бурового снаряда в разведочных скважинах // В кн. «Пути повышения эффективности геологоразведочных работ»: Тезисы докладов научно - техн. конференции «Научные разработки – геологоразведчикам региона». – Днепропетровск, ДГИ, 1990.
4. Кичигин А.В., Назаров В.И. Ликвидация прихватив бурильной колонны с использованием ударных механизмов. – М., ВНИИОЭНГ. – 1982.
5. Коломоец А.В. Предупреждение и ликвидация аварий в разведочном бурении. – М.: Недра, – 1990.
6. Назаров В.И. Новые ударные механизмы для ликвидации прихватив бурильной колонны. //РНТС, сер. «Бурение». – 1981. – №.10.
7. Новые технические средства ликвидации аварий при бурении скважин /Г.И.Неудачин, О.И.Калиниченко, А.В.Коломоец, В.И.Пилипец. - Уголь Украины. – 1981. – №10.
8. Неудачин Г.И., Коломоец А.В. Опыт применения погружных гидравлических вибраторов для ликвидации аварий при колонковом бурении. – М.: ОНТИ ВИЭМС. Обзор. Серия «Техника и технология геологоразведочных работ; орг.. производства», 1967. – №12.
9. Самотой А.К. Предупреждение и ликвидация прихватив труб при бурении скважин. – М.: Недра, –1979.

Поступила 05.06.09

УДК 622.24.085

О. И. Калиниченко¹, докт. техн. наук, **А. А. Каракозов**¹, канд. техн. наук,
П. В. Зыбинский², канд. техн. наук

¹*Донецкий национальный технический университет, Украина*
²*ЗАО «Компания «Юговостокгаз», г. Донецк, Украина*

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ СТАТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДОННЫХ ГРУНТОВ ПРИ ИНЖЕНЕРНО- ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ НА ШЕЛЬФЕ

The results of development of new equipment and technologies for offshore cone penetration testing (CPT) for different kinds of vessels are presented.

Освоение нефтегазовых месторождений на шельфе предполагает широкомасштабные инженерно-геологические изыскания, прежде всего, на площадках установление морских буро-

вых платформ. В мировой практике в программу таких изысканий на каждой площадке обязательно входят работы по статическому зондированию донных грунтов (cone penetration test – СРТ). В настоящее время такие же требования к программам изысканий стали предъявлять и отечественные заказчики работ. Однако украинские геологоразведочные организации не имеют технической базы для проведения таких работ.

В 2007 году для статического зондирования донных грунтов с СПБУ «Сиваш» на Субботинской площадке Прикерченского шельфа Черного моря на кафедре «Технология и техника геологоразведочных работ» Донецкого национального технического университета (ДонНТУ) совместно с ЗАО «Компания «Юговостокгаз» разработаны комплекс оборудования и технология выполнения СРТ [1]. При этом была использована система СРТ компании «Geotech» (Швеция), важной особенностью которой является беспроводная передача результатов измерений от зонда СРТ к поверхности по акустическому каналу связи, которым служат стальные цельнотянутые штанги (рис. 1). Акустический сигнал принимается микрофоном 2 и по кабелю передается на интерфейс персонального компьютера 4, на который также поступают от синхронизатора глубины 3 данные о глубине. Полученные данные отправляются на ПК 5, и отображаются на экране в реальном времени в виде кривых и числовых данных. С помощью принтера 6 результаты 7 выводятся на печать.

Для считывания данных с зонда СРТ 1 использовалось программное обеспечение СРТ-Log компании «Geotech», которое включает необходимые для работы модули, доступные из одной оболочки: пенетрация – для непосредственной регистрации данных зондирования; презентация – для создания графических презентаций данных и печати записанных данных зондирования; резервная память – для извлечения данных о зондировании, которые сохраняются в резервной памяти зонда, что гарантирует регистрацию данных даже в случаях нарушения акустической связи зонда с поверхностью, например, при больших глубинах пенетрации; база данных зондов – для хранения характеристик используемых зондов.

Программа предусматривает также автоматический расчет суммарного количества метров зондирования (с момента последней калибровки для каждого зонда) с выводением количества метров, оставшихся до следующей калибровки.



Рис. 1. Беспроводная система СРТ компании «Geotech»

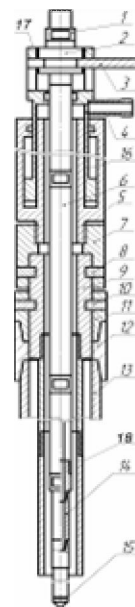


Рис. 2. Схема оборудования для производства СРТ с СПБУ

Комплекс оборудования для технической реализации СРТ с СПБУ «Сиваш» (рис. 2), включает силовой гидроцилиндр 5 с полым штоком 16, опорные вилки 8 и 10, и специальные переходники 7, 9 и 11 для монтажа гидроцилиндра к муфте-переходнику 12 несущей колонны обсадных труб 13. В верхней части штока гидроцилиндра установлен переходник-сальник 17, в

теле которого прорезаны установочные окна для нажимной вилки 3, фиксирующей наголовник 2 с ниппелем-переходником 1. Для обеспечения постоянной промывки на боковой поверхности переходника-сальника 17 приварен штуцер 4 для соединения со шлангом нагнетательной линии обвязки бурового насоса.

Задавливающее усилие от штока гидроцилиндра передается на зонд 15 через комбинированную бурильную колонну, состоящую из штатных штанг 14 диаметром 36 мм фирмы «Geotech» общей длиной 30 м и набора бурильных труб 6 диаметром 50 мм ниппельного соединения (СБТН-50). Колонна бурильных труб устанавливается концентрично внутри штока, при этом на её верхний конец навинчивается наголовник, между опорными поверхностями которого помещается нажимная вилка, исключая его относительное перемещение вдоль окон переходника-сальника. Для уменьшения величины прогиба от действия сжимающей нагрузки на зонд бурильные трубы размещены в защитной обсадной колонне, из бурильных труб диаметром 73 мм, соединенных резьбой «труба в трубу». На верхнюю часть колонны навинчивается переходник с двумя прорезями для одновременной фиксации гидроцилиндра вилками на защитной колонне и на переходнике, установленном на верхнем конце несущей колонны. В качестве несущей колонны использованы свечи бурильных труб диаметром 127 мм с бурильной головкой 212,7/80, входящей в комплект колонкового снаряда «Недра», что позволяло разбуривать верхнюю часть скважины по мере увеличения глубины СРТ.

Впервые в отечественной практике морских инженерно-геологических изысканий с помощью разработанного оборудования было проведено с СПБУ статическое зондирование донных грунтов на глубину 62 м, предусмотренную техническим заданием на выполнение работ. Данные, полученные в результате зондирования, автоматически интерпретировались программой СРТ-Pro фирмы «Geotech» с воспроизведением разреза на основе методики Робертсона [2] (рис. 3).

Полученные данные, подтвердившие работоспособность и эффективность созданного технического комплекса, явились главной предпосылкой продолжения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, направленных на расширение области использования оборудования и разработки новой технологической схемы, обеспечивающей возможность проведения СРТ с борта неспециализированных судов.

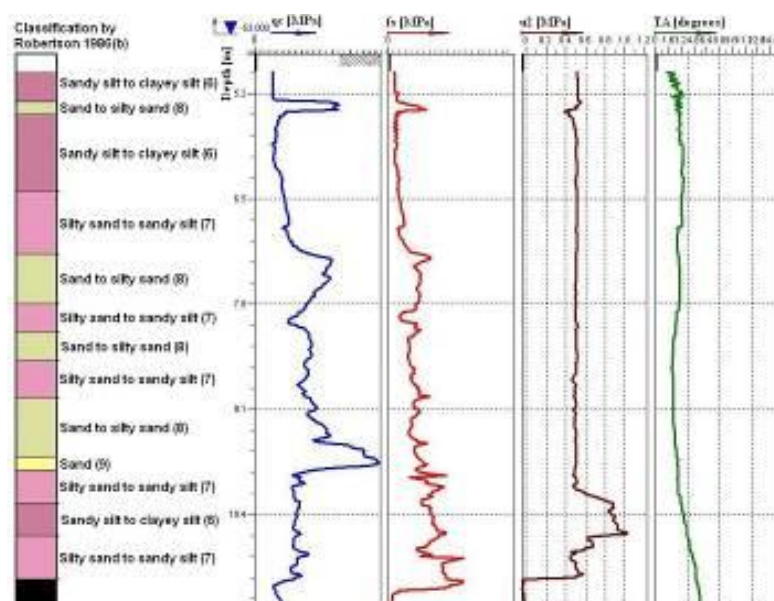


Рис. 3. Фрагмент интерпретации данных статического зондирования

Такая постановка задачи обусловила актуальность вопросов, связанных с выбором технической базы и технологической схемы производства СРТ в условиях целого ряда ограничений, характерных для неспециализированных судов: ограниченность параметров грузо-

подъёмных систем и размеров рабочих площадок, отсутствие возможностей проведения спуско-подъёмных операций (СПО) с обсадными трубами, необходимостью забортного размещения оборудования и.

При выборе состава и рациональной компоновке элементов установки СРТ рассматривали несколько известных разработок, обеспечивающих выполнение комплекса инженерно-геологических работ с борта буровых и неспециализированных судов. При этом учитывали технические возможности судов обслуживания ГАО «Черноморнефтегаз», а также пути снижения трудоемкости и безопасность выполнения работ. Наибольшие трудности заключались в выборе технологии спуска глубинного оборудования на дно, служащего для создания нагрузки на зонд и стабилизации задавливающей колонны в вертикальном положении. При этом вес глубинного оборудования должен соответствовать максимальной реакции (50–60 кН) от усилия вдавливания зонда в грунт. Это условие предполагает наличие отдельной подъемной системы с параметрами грузовой лебедки, достаточными для безопасного подъема со дна тяжелой конструкции.

В настоящее время при бурении инженерно-геологических скважин глубиной до 50 м с борта неспециализированных судов широко применяется установка УМБ-130М [3]. В состав грузоподъемного оборудования установки входят две автономно работающие лебедки грузовая и буровая. Канат грузовой лебедки, пропущенный через шкивы донного основания и ролики опорной рамы, закрепленной на борту судна, одновременно выполняет функции талевой и направляющей систем, которые используют при спуске и подъеме донного основания. На основании анализа комплектности и параметров конструктивных элементов УМБ-130М, использующихся при ее эксплуатации, представляется возможным адаптировать установку к производству СРТ без принципиальных изменений её технической части, технологии выполнения операций и приёмов при спуске и подъёме забортного оборудования.

В настоящее время на основе УМБ-130М разработана и подготовлена к апробации в промышленных условиях универсальная погружная установка УПСЗ-50, которую можно использовать как для статического зондирования грунтов, так и для проведения пробоотбора и бурения скважин глубиной до 50 м.

Состав и проектная схема размещения элементов установки УПСЗ-50 на морском буксире «Центавр» показаны на рис. 4.

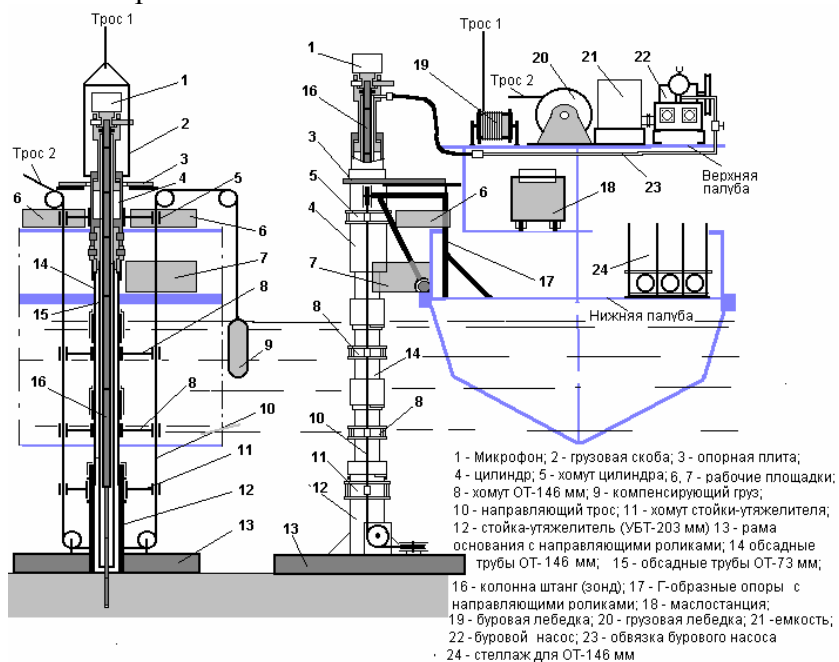


Рис. 4. Схема состава элементов размещения установки УПСЗ-50

На палубе судна размещается приводное оборудование: буровой насос 22; грузовая лебедка 20 грузоподъемностью пять тонн для спуска опорной рамы основания 13; буровая лебедка

19 грузоподъемностью полторы тонны для работы с обсадными трубами, колонной штанг и гидроцилиндром 4; маслостанция 18 для обеспечения работы силового гидроцилиндра. В состав забортного оборудования входят: основание 13 с направляющими роликами и стойкой утяжелителем 12; обсадные трубы 14 диаметром 146 мм с безрезьбовым соединением в колонну (ОТ-146); колонна обсадных труб 15 диаметром 73 мм (ОТ-73, защитная колонна); колонна штанг 16, верхняя часть которой состоит из туб диаметром 50 мм, а нижняя часть – из штанг фирмы «Geotech» диаметром 36 мм, установленных непосредственно над зондом; цилиндр 4; направляющий трос 10 с компенсирующим грузом 9 и направляющими хомутами 5, 8 и 11.

Основание является основанием установки УМБ-130М с усиленными роликами, оснащенными съемными утяжелителями, которые устанавливаются при выполнении СРТ. Безрезьбовое соединение труб ОТ-146 позволяет оперативно выполнять СПО без использования специальных средств. Забортное оборудование удерживается в рабочем положении с помощью усиленных Г-образных стоек 17 с направляющими роликами установки УМБ-130, на которых закреплена опорная плита 3 и рабочие площадки 6 и 7. Техническая характеристика УПСЗ-50 приведена в таблице.

Техническая характеристика погружной установки статического зондирования УПСЗ-50

Наименование характеристик и параметров	Количественные и качественные показатели
Максимальная глубина акватории, м	до 50
Категории пород по буримости	I-IV
Максимальная глубина пенетрации, м	50
Максимальная глубина пенетрации за рейс, м	12
Диаметр пенетрометра, м	0,036
Измеряемые параметры:	
– лобовое сопротивление, МПа	50
– боковое трение, МПа	1
– поровое давление, МПа	5
Диаметр обсадной колонны, м	0,146
Диаметр защитной колонны, м	0,073
Расход рабочей жидкости (морская вода) при углубке защитной колонны, л/мин	не менее 450-500
Перепад давления, МПа	2,0-2,5
Количество обслуживающего персонала, чел	4
Габариты установки в рабочем положении на дне моря:	
– высота, м	6,5
– диаметр, м	2,5
Масса опорного основания с утяжелителем и обсадной колонной, кг	5000
Спуск и подъем установки	грузовой стрелой и лебедкой
Грузоподъемность грузовой лебедки, кг	не менее 5000
Грузоподъемность буровой лебедки, кг	не менее 1500

Работа установки УПСЗ-50 заключается в следующем. Сначала спускаются основание и колонна ОТ-146 (рис. 5, позиции совпадают с рис. 4). С помощью лебедки 19 (см. рис. 4) спускается за борт судна основание 13 с утяжелителем 12 и хомутом 11.

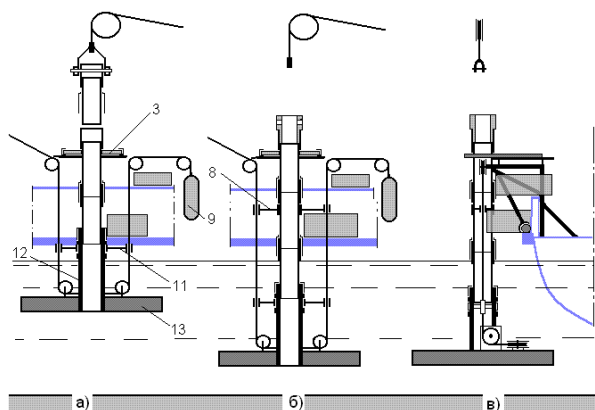


Рис. 5. Схемы спуска основания и колонны OT-146

са. После сборки OT-146 на верхнем конце её последней секции устанавливается удерживающий переходник.

Затем спускается защитная колонна OT-73 (рис. 6). Защитные обсадные трубы OT-73 спускаются внутрь колонны OT-146 на специальном элеваторе-пробке 1 буровой лебедкой 19 (см. рис. 4). Секции OT-73 имеют резьбовое соединение с шагом 6 мм. После сборки последней секции OT-73 на её верхнем конце устанавливается прорезной переходник 2. В процессе спуска трубы OT-73 удерживаются в подвешенном состоянии вилкой 3.

Следующая операция – спуск штанг с зондом пенетromетра в защитную колонну OT-73 и монтаж цилиндра (рис. 7). Пенетromетра спускается буровой лебедкой 19 (см. рис. 4) на специальном вертлюге-пробке 1. При спуске штанги удерживаются в подвешенном состоянии вилкой 3, опирающейся на прорезной переходник 2. После сборки последней секции штанг производится соединение этой секции с цилиндром. Предварительно на палубе в полый шток цилиндра помещается штанга 4 с колонной головкой 5 и вилкой 6. Подъем и маневровые работы с цилиндром выполняются буровой лебедкой 19 (рис. 4) с использованием грузовой скобы. Первым этапом является соединение помещенной в шток гидроцилиндра и выходящей за его габариты штанги с колонной штанг, спущенных в OT-73. Затем освобождается вилка 3 и производится спуск цилиндра до посадочного места на прорезном переходнике 2.

После закрепления цилиндра на прорезном и удерживающем переходниках вилками 1 и 2 (рис. 8), грузовой лебедкой 20 (рис. 4) производится спуск собранного комплекта забортного оборудования на дно. Затем цилиндр оснащается направляющим хомутом и выполняется первый рейс пенетрации. При помощи пробки-вертлюга 3 наращивается колонна штанг (рис. 8). По окончании наращивания пробка-вертлюг заменяется опорной втулкой 4 с вилкой 5. В верхней части штанг устанавливается микрофон (приёмник акустического сигнала, поступающего от зонда пенетromетра). Затем гидроцилиндром (за счёт взаимодействия колонной головки со штангами пенетromетра) проводится пенетрация на длину одной секции штанг СБТН-50, равную ходу его поршня.

Потом с верхней штанги снимается приёмник, добавляется новая секция штанг, к которой опять присоединяется приёмник (рис. 9). Пенетрация повторяется. После углубления зонда в грунт на 3–6 м скважина размывается, и колонна OT-73 опускается на глубину интервала пенетрации (рис. 10). Для этого с нее снимается гидроцилиндр, и она фиксируется на вилке. Штанги с зондом поднимаются внутрь колонны OT-73 или извлекаются. Затем к верхней части OT-73 присоединяют секцию с вертлюгом-сальником 1. Жидкость, подаваемая от насоса в колонну,

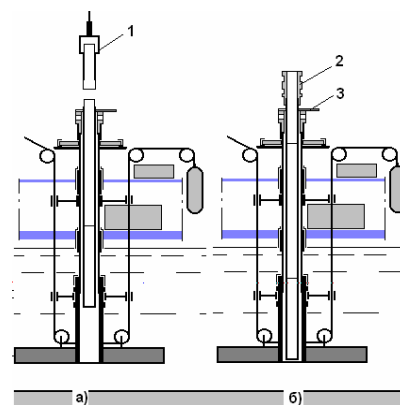


Рис. 6. Схемы спуска защитной колонны OT-73

размывает грунт. По мере углубления колонна ОТ-73 наращивается.

Затем система возвращается в состояние, соответствующее началу выполнения пенетрации, и производится следующий ее рейс. Для предотвращения прихвата защитной колонны ОТ-73 в скважину постоянно подается жидкость через колонную головку (5 на рис. 7).

Далее цикл работы повторяется до проведения пенетрации на заданную глубину. После этого из скважины на борт судна извлекаются штанги с зондом, колонна ОТ-73, а затем, последовательно извлекая секции ОТ-146, поднимают основание на борт судна. Затем можно переходить на следующую рабочую точку. Поскольку в состав установки входят узлы установки УМБ-130М, при необходимости можно довольно быстро перейти к бурению скважин.

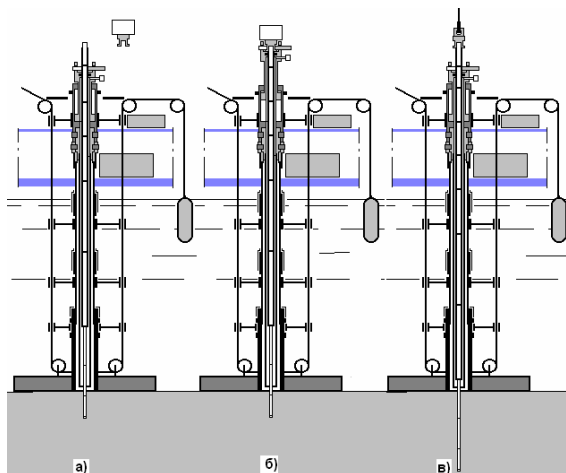


Рис. 9. Схемы спуска первого рейса пенетрации

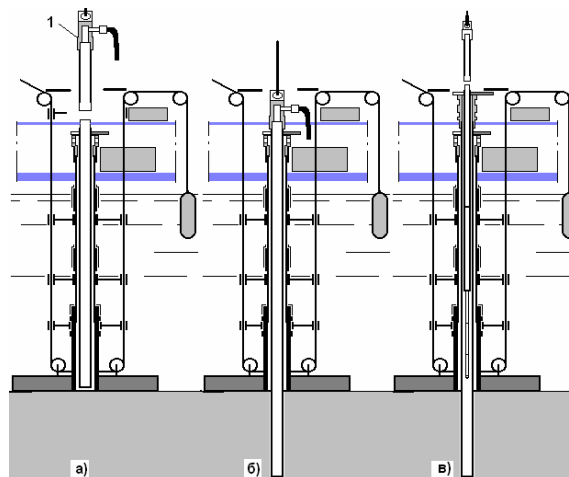


Рис. 10. Схемы спуска защитной колонны ОТ-73 на глубину пройденного интервала пенетрации

Предварительная оценка технологических и функциональных возможностей установки УПСЗ-50 и в целом апробированная технология ее применения позволяют рассматривать предложенную разработку как универсальное эффективное средство для производства СРТ и бурения инженерно-геологических скважин с борта неспециализированных плавсредств (буксиров, спасательных судов и др.).

Литература

1. Калиниченко О.И. Каракозов А.А., Зыбинский П.В. Новые технические средства и технологии бурения геологоразведочных скважин, отбора проб и проведения геотехнических исследований на шельфе // Буріння: – 2009. – № 1. – С. 24 – 29.
2. P.K. Robertson, R.G. Campanella, D. Gillespie, J. Greig Use of piezometer cone data. Proceedings of the ASCE Specialty Conference In Situ'86: Use of In Situ Tests in Geotechnical Engineering, Blacksburg, 1263–80, American Society of Engineers (ASCE).
3. О. И. Калиниченко, П. В. Зыбинский, А. А. Каракозов. Гидроударные буровые снаряды и установки для бурения скважин на шельфе/Донецк : Вебер, Донецк. отд. – 2007. – 270 с.

Поступила 05.06.09