

В.П.ОНИЩИН, *д-р техн. наук, профессор, spmi@mail.wplus.net*
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

V.P.ONISHCHIN, *Dr. in eng. sc., professor, spmi@mail.wplus.net*
National Mineral Resources University (University of Mines), Saint Petersburg

КОМПЛЕКС ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ИЗЫСКАТЕЛЬСКИХ РАБОТ НА ШЕЛЬФЕ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

Приводится состав и назначение комплекса технических средств для проведения изыскательских работ на шельфе, размещенного на комбинированной плавающей буровой установке.

Ключевые слова: донные грунты, пробоотборники, морской кондуктор, забойный снаряд, пенетрация, вращатель, вибромолот.

TECHNICAL EQUIPMENTS FOR REALIZATION INVESTIGATION WORKS ON SHELF OF ARCTIC SEAS

Make an inventory composition and purpose of complex techniques equipments for realization investigation works on shelf, accommodated on the swimming drilling rig.

Key words: downhole tool, samplers, dirt, sea conductor, penetration, rotary-head, vibrating hammer.

Обширные шельфовые зоны России, площадь которых составляет почти 22 % [1] от общей площади шельфа Мирового океана, являются зонами интенсивного строительства буровых платформ, трубопроводов и иных сооружений, фундаментом которых являются донные породы, а их несущая способность определяется путем исследований особенностей строения и физико-механических свойств образцов пород, отобранных с помощью бурения, в районе укладки трубопроводов, кабелей различного назначения, пробивки и маркировки линий укладки трубопроводов и кабелей с обеспечением съемки рельефа дна, картографирования района укладки, обследования и диагностики подводных трубопроводов.

ВИТРОм на стадии технического проекта по заказу «Газпрома» был разработан комплекс технических средств КТС-1, размещаемый на изыскательно-водолазном судне, комбинированной плавающей установке (КПБУ), и предназначенный для изы-

скательских работ в Арктических морях на глубинах до 60 м, с пенетрацией грунта на глубину до 8 м и отбором проб с глубин до 20 м.

В состав комплекса входит:

- судовая морская буровая установка;
 - донная пенетрационная установка;
 - погружная гидровибрационная установка;
 - комплект бурового инструмента для обеспечения постановки морского кондуктора и отбора керна;
 - оборудование вспомогательных исследовательских помещений на судне.
- Комплекс позволяет обеспечить:
- предварительную оценку состояния донного грунта;
 - исследование физико-механических свойств грунта;
 - перекрытие слоя воды от судна до дна моря;
 - отбор сильнообводненного и разжиженного ила;

- отбор проб в пластичных грунтах;
- отбор проб в средних и крепких породах;
- извлечение обсадной колонны;
- лабораторное определение свойств грунтов.

Судно, на котором размещается КТС-1, имеет длину 90 м, ширину 15 м, осадку 3,9 м; водоизмещение 316 тонн. Комплекс КТС-1 работает при следующих условиях: вертикальное перемещение $\pm 0,7$ м, период 5-7 с, бортовая качка $\pm 12^\circ$, килевая $\pm 5^\circ$.

Буровая установка имеет высоту от верхней палубы:

- в рабочем положении – 17,6 м;
- в транспортном положении – 10,2 м.

Установочная мощность – 221,5 кВт; масса – 40 т.

Базовый район работ КТС-1 – Байдарцкая губа (Карское море), где отмечается наличие дрейфующего льда в центральной акватории губы в течение всей зимы и очень короткий (70 дней) межледовый период. Глубина воды по трассе газопровода не превышает 25 м. Средняя скорость ветра – 25 м/с, среднее значение повторяемости волн: высотой до 2 м – 75 %; 2-3 м – 19 %, более 3 м – 6 %. Температура воды под льдом $-0,8^\circ\text{C}$, в летний период в среднем $+8^\circ\text{C}$. Дно Байдарцкой губы сложено песчаными грунтами, по трассе газопровода встречаются супеси и суглинки.

С помощью КТС-1 возможно выполнять следующие работы:

- производить инженерно-геологические исследования и измерения физико-механических параметров донных грунтов в условиях естественного залегания с помощью пенетрационной и гидровибрационной установок [2];
- осуществлять забивное бурение разведочных скважин в рыхлых породах и получать керн большого диаметра при помощи ударно-забивного устройства, которое подвешено на тросе и работает совместно с установленной для этого способа бурения лебедкой;
- производить вращательное колонковое бурение в твердых породах при помощи специального вращателя, закрепленного на кондукторе.

Пенетрационно-каротажная установка состоит из погружной и бортовой частей. Бортовая часть установки может быть расположена на верхней палубе судна или другом более удобном месте. Она включает в себя устройство дешифрации, обработки, визуализации и протоколирования данных, регистрируемых погружной частью.

Погружная часть представляет собой раму, на которой установлены привод с демпфером, зондирующие устройства, рабочие модули и регистрирующая аппаратура. Эта часть установки опускается на дно моря лебедкой, расположенной на верхней палубе, и троса, перемещающегося по вращающейся стреле, расположенной на буровой вышке. В нерабочем положении погружная часть опускается в специальную нишу, установленную на палубе, и закрепляется там.

В случае применения пенетрационно-каротажной установки в зоне недоступности, она должна при помощи специального транспортного средства, например, амфибийной буровой установки (АБУ), доставляться на точку производства работ [3]. Погрузку пенетрационно-каротажной установки на вспомогательное судно можно осуществлять при помощи стрелы, которая имеет возможность поворачиваться относительно буровой вышки на $5-90^\circ$.

Ударно-забивное устройство состоит из кольцевого забивного снаряда, подвешенного на захватно-амортизационном устройстве, однострунной лебедки и ниши, в которую между бурением скважин устанавливается забивной снаряд.

Секции обсадных труб длиной до 9 м размещаются вертикально в специальном подсвечнике, отверстия в котором закрыты съемными цилиндрическими кожухами. Спуско-подъемные операции с обсадными трубами производятся при помощи силовой лебедки, оснащенной талевой системой, стрелы и кронблока.

Устройство для вращательного бурения в нерабочем положении может быть установлено сверху на корпусе рамы пенетрационно-каротажной установки, так как в таком положении его можно использовать совме-

стно с пенетрационной установкой, которая располагается на дне, а устройство используется со вспомогательного судна в случае бурения в зоне «недоступности».

При бурении в глубоководной зоне устройство для вращательного бурения переносится при помощи лебедки к устью скважины и устанавливается на кондуктор, входящий своей верхней частью в буровой проем судна, с которым имеет лишь гибкие связи в виде шлангов и электрокабелей. Колонковое бурение при помощи устройства можно производить известными приемами с использованием, например, съемных керноприемников. Для промывки скважин на судне устанавливается буровой насос.

Технология буровых изыскательных работ с плавающей установки, предусматривающая проведение шести основных операций, применяемых в зависимости от поставленных задач и свойств грунтов в различных сочетаниях, приведена в таблице.

Первые две из числа операций, приведенных в таблице, производятся до перекрытия слоя воды от судна до дна моря обсадной колонной, и заключаются в предварительной оценке состояния донного грунта и комплексном исследовании физико-механических свойств.

Предварительная оценка донного грунта (ил, песок, скальные и вечномёрзлые породы) производится при помощи гидростатического пробоотборника (до 3 м) или погружной гидровибрационной установки (до 5 м), а комплексное исследование – донной пенетрационной установкой.

Последующие три операции осуществляются в следующей последовательности:

– производится постановка морского кондуктора, состоящего из обсадных труб диаметром 168 мм при помощи: вибромолота с установкой его на торце обсадной колонны; забивного снаряда с ударами от работы лебедки через стакан по башмаку внутри колонны; ударным устройством от лебедки по обсадной колонне через забивную головку; медленным вращением обсадной колонны со специальным башмаком в сочетании с вышеперечисленными способами в крепких и в средних по твердости породах;

– осуществляется извлечение проб или керна материала из обсадной части скважины с нарушенной или ненарушенной структурой, причем отбор сильнообводненного и разжиженного ила или песка производится желонированием, съемным забивным стаканом одновременно с углубкой колонны, съемным забивным стаканом после обсадки;

– производится извлечение проб с интервалов ниже обсадной колонны статическим задавливанием стакана двойной колонковой трубы в пластичных грунтах с ненарушенной структурой, съемным забивным стаканом в пластичных породах, вращательным бурением одинарной или двойной колонковой трубой с промывкой или без промывки в крепких и средних по крепости породах.

Извлечение проб из всех видов грунтоносных производится только с помощью гидроспособа.

Извлечение обсадной колонны осуществляется:

– статическим осевым усилием с помощью талевой системы, либо в сочетании с использованием вибратора или вибромолота;

– гидравлическим способом – созданием гидравлического давления внутри обсадной колонны с ее медленным вращением.

Для обеспечения исследовательских работ на КПБУ размещаются инженерно-геологическая лаборатория, помещение для обработки проб, кернохранилище с морозильной выгородкой, рабочие места геофизика и геодезиста.

При колонковом бурении используется замкнутая циркуляционная система с объемом шламособорника – 115 литров, позволяющая использовать глинистый раствор плотностью 1,2 кг/м³. Защита окружающей среды от загрязнения при бурении обеспечивается надежной изоляцией водного горизонта путем обсадки трубами.

К началу работ по созданию изыскательно-водолазного судна его назначение, техническое оснащение, методика проведения инженерно-геологических исследований обладали патентной чистотой по отношению к аналогичным зарубежным аналогам,

Технология буровых изыскательских работ с плавающей установки

Операции	Методы	Технические средства
Предварительная оценка состояния донного грунта	Отбор проб донного грунта до перекрытия слоя воды от судна до дна моря	Гидростатический пробоотборник, погружная гидровибрационная установка, лебедка, палубный насос
Комплексное исследование физико-механических свойств грунта	Задавливание измерительного зонда с морского дна	Донная пенетрационная установка, палубная двухбарабанная лебедка
Перекрытие слоя воды от судна до дна моря	Постановка морского кондуктора (обсадной колонны) забивкой или вращением	Вибромолот, забивной снаряд, универсальная лебедка, трубооборот, талевая система
Отбор сильнообводненного и разжиженного ила	Извлечение проб из обсаженной части скважины	Желонка, забивной стакан, универсальная лебедка
Отбор проб:	Извлечение проб с интервалов, расположенных ниже обсадной колонны:	
в пластичных грунтах	задавливание снаряда	Стакан, двойные колонковые трубы, колонна бурильных труб
в породах средней крепости и крепких	вращение снаряда	Одинарные и двойные колонковые трубы, вращатель, талевая система, лебедка, буровой насос, бурильные трубы, вышка
Извлечение обсадной колонны	Создание статического усилия вдоль оси обсадной колонны	Лебедка с талевой системой или их сочетание с вибратором или вибромолотом
	Создание гидравлического давления внутри обсадной колонны с ее поворотом	Буровой насос, трубооборот

таким как «Астргейл» (Франция), «Берлинертор» (Германия) и др. Однако, ввиду прекращения финансирования работ заказчиком, реализовать технический проект не удалось.

Нет сомнения в том, что в случае создания и эксплуатации такого судна в настоящее время районы работ и эффективность использования КПБУ были бы расширены, а сам комплекс технических средств и технология бурения модернизированы с учетом последних достижений в этих областях, включая: бесступенчатое регулирование скорости вращения бурового снаряда и скорости спуско-подъемных операций, создание гидромеханической системы подъема вращателя, механизация процессов укладки бурильных и обсадных труб в вертикальные магазины, использование термомеханического породоразрушающего инструмента

при бурении твердых горных пород и многое другое.

ЛИТЕРАТУРА

1. Литвиненко В.С. Основы бурения нефтяных и газовых скважин: Учеб. пособие / В.С.Литвиненко, А.Г.Калинин. М.: ЦентрЛитНефтегаз, 2009. – 544 с.
2. Ребрик Б.М. Бурение инженерно-геологических скважин: Справочник. – 2е изд. перераб. и доп. М.: Недра, 1990. – 336 с.
3. Караев Р.Н. Плавающие сооружения морской нефтегазовой индустрии. Баку, «ЭЛМ», 2006. – 368 с.

REFERENCES

1. Litvinenko V.S., Kalinin A.G. Basis of oil and gas drilling. Teaching aid. Moscow: CentrLitNeftegaz, 2009. 544 p.
2. Rebrik B.M. Engineering-geological drilling: Handbook. Issue 2. Moscow: Nedra, 1990. 336 p.
3. Karaev R.N. Floating buildings of oil and gas industry in sea. Baku, «ELM», 2006. 368 p.