

В целом применение комплексов ССК-ПБС при бурении подводными буровыми станками позволит:

- уменьшить затраты времени на бурение скважин за счет совмещения времени бурения и подъема съемных керноприемников на борт судна-носителя;
- упростить структуру технологических циклов бурения;
- повысить производительность буровых работ путем использования керноприемников максимально возможной длины;
- уменьшить количество составляющих системы кассетных блоков ПКБС, исключив из них съемные керноприемники (кроме двух-трех, необходимых для забуривания скважины), что позволит в 3–4,5 раза увеличить глубину бурения скважины;
- осуществлять после каждого цикла бурения подъем на судно-носитель керноприемника с керном, не позволяя всему отобранному керну находиться в водной среде от начала до завершения бурения;
- оперативно использовать любые модификации комплексов ССК, способствующие повышению качества и производительности буровых работ, включая изменение съемного породоразрушающего инструмента.

*Викладено особливості підводних снарядів зі знімними керноприймачами для буріння з підводними буровими верстатами.*

**Ключові слова:** буріння, буровий станок, підводне буріння.

*The data have been presented about applying wire line systems for subsea drilling equipment.*

**Key words:** drilling, drilling rig, underwater drilling.

#### **Литература**

Подводная буровая установка со съемной кассетой / В. Я. Киповский, И. Г. Шелковников, Д. А. Юнгмейстер, С. О. Кочетов. Пол. реш. по заявке №4115220/03 от 26.06.86.

*Поступила 29.06.12*

УДК 622.24.085

**О. И. Калинин**<sup>1</sup>, д-р техн. наук; **А. В. Козлов**<sup>2</sup>, **В. Г. Глушич**<sup>2</sup>, кандидаты технических наук; **А. В. Хохуля**<sup>1</sup>, **Д. В. Копытков-Баскаков**<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Донецкий национальный технический университет, Украина

<sup>2</sup>ГАО «Черноморнефтегаз», Украина

### **О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВКЛЮЧЕНИЯ ГИДРОУДАРНЫХ УСТАНОВОК ТИПА УМБ В НОРМАТИВНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ БУРЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН НА МОРСКИХ АКВАТОРИЯХ**

*Обоснована возможность применения универсального гидроударного бурового снаряда, функционально заменяющего нормативно предусмотренные технические средства для инженерно-геологического бурения скважин на шельфе.*

**Ключевые слова:** континентальный шельф, инженерно-геологические изыскания, технология и техническая основа бурения, универсальный гидроударный буровой снаряд.

Цель инженерных изысканий на морских углеводородных месторождениях – обеспечить постановку и эксплуатацию СПБУ под поисково-разведочное бурение на стадии геологоразведочных работ а также разработать документацию для обустройства промысла.

Состав, объемы, методы и технология производства при инженерных изысканиях для строительства объектов на шельфе, в том числе подводных трубопроводов и гидротехнических сооружений приведены в законодательных нормативно-методических документах. Сводом правил по такому виду изысканий в прибрежной зоне определяются исходные требования к комплексу технических средств и технологии бурения и отбора проб грунта, где предполагается использование для этого комплекса устройств и оборудования в виде ударно-вибрационных и вдавливаемых пробоотборников, обуривающих и забивных грунтоносов, одинарных, двойных и тройных колонковых труб и др. Область применения нормативно предусмотренных средств и способов бурения, жестко регламентируется типом донных отложений и глубиной бурения [1].

Для скважин глубиной до 10 м с отбором керна и проб придонных грунтов, относящихся к I–III, реже IV категориям по буримости, возможно применение легких технических средств (ЛТС), обеспечивающих однорейсовое бурение. Такой вид отбора грунтов рассматривается как дополнительное средство инженерно-геологического бурения и профильных сейсмоакустических исследований, а также способ оценки пространственной изменчивости характеристик верхних слоев донных грунтов глубиной опробования 4–10 м. Однорейсовые ЛТС позволяют также уменьшить объем дорогого инженерно-геологического бурения, например, при изысканиях для якорных систем, когда требуемая глубина не превышает 8 м, или проектировании трубопроводов с проходкой скважин глубиной не менее 3 м в зависимости от диаметра и технологии укладки трубопровода (на поверхности дна моря или в траншее); для илистых отложений глубина скважины увеличивается на толщину слоя ила. Технической основой однорейсового бурения могут быть ЛТС, оснащенные пробоотборниками вращательными (ПГВУ-150), вибрационными (ВПГТ, ПЭВ-4, ВПП-59) и ударно-вибрационными (ПУВБ-150, УГВП-150/30, УГВП-132М) с гидро- и электроприводом и забортной схемой эксплуатации, как правило, при ограниченном комплексе приводного оборудования (штатная грузовая стрела судна, компрессор или буровой насос и буровая лебедка).

При изысканиях на территории с большой мощностью рыхлых песков, ракушняка, торфов, илов, текучих и текучепластичных глинистых грунтов (превышающей сжимаемую толщину грунтов основания) до 30 % скважин предусматривается проходить до глубины, на которой породы не влияют на устойчивость сооружения. При этом глубина многих инженерно-геологических скважин для разработки проектной документации строительства стационарных сооружений составляет 15–50 м и назначается в соответствии с данными табл. 1. В отмеченных условиях основным способом инженерно-геологического бурения является вращательный с использованием одинарных, двойных и тройных колонковых труб для достижения нормативных показателей сохранности и выхода керна (не менее 80 %). В ряде случаев выбор способа получения образцов породы ограничен вдавливаемыми или забивными пробоотборниками. Технической основой проходки таких скважин являются буровые агрегаты специализированных судов.

Приведенное обобщение позволяет сделать определенные выводы о факторах, обуславливающих многообразие рекомендуемых ЛТС для обеспечения задач инженерно-геологических изысканий на объектах обустройства месторождения. Прежде всего это возможная глубина бурения ЛТС (4–6 м) с нормативными показателями качества отбора керна в породах I–IV категорий по буримости: илы, глинистые грунты, пески различного гранулометрического состава и плотности.

При использовании специализированных судов объединяющим фактором является глубина скважин, которую можно рассматривать не только как технический признак установок, но и существенный показатель основных пунктов эксплуатационно-технических требований к бурению скважин на шельфе (качественное и экономичное выполнение геолого-методических требований). В настоящее время эта позиция на сегодня является наиболее проблемной. В Украине возможность выбора полномасштабной технической основы достижения нормативной глубины инженерно-геологических изысканий ограничена

буровым судном «Диорит». При этом для бурения скважин глубиной 10–50 м, объемы которых доминируют при изысканиях в зонах шельфа Черного и Азовского морей, применение судна с одной стороны, не оправдано из-за неполного использования его эксплуатационных возможностей, с другой стороны, экономически не выгодно вследствие высокой арендной стоимости и низкого коэффициента оборачиваемости судна во времени (не более 20 %) становится [2; 3].

**Таблица 1. Глубина инженерно-геологического бурения в зависимости от целевой направленности проходки скважин [1]**

Группа	Тип сооружения	Глубина моря, м	Глубина инженерно-геологического бурения, м	
			Глинистые грунты (текучие, тугопластичные), рыхлые пески	Глинистые грунты (твердые, полутвердые), плотные пески
1	Стационарные платформы со свайным основанием	≥ 150	по согласованию с проектной организацией	
2		60–150	90–120	50–80
3		≤ 60	60–80	40–50
4	Стационарные платформы	≤ 50	не менее 0,7–1,0 ширины (диаметра) платформы	не менее 0,5–0,7 ширины (диаметра) платформы
5	гравитационные		Две высоты отсыпки	1,5 высоты отсыпки
6	СПБУ	≤ 50	25–30	15–20
7	Морские эстакады	≤ 60	40–50	25–30

Очевидно, в такой ситуации предпосылкой достижения рентабельности с соблюдением нормативных требований к геологической информативности инженерно-геологических изысканий можно рассматривать направление, связанное с созданием универсального бурового снаряда с параметрами наиболее полно соответствующими задачам инженерно-геологических изысканий на глубине 3–150 м с возможностью эксплуатации с борта экономичных судов общетехнического назначения. Объективной предпосылкой использования таких плавсредств для бурения скважин является наличие в составе флота крупных украинских предприятий ГАО «Черноморнефтегаз» и ГП «Причерноморгеология» спасательных судов, морских буксиров и других плавсредств, эксплуатационно-технические возможности которых приемлемы для реализации заборных технологических схем бурения целевых скважин глубиной до 50 м.

Требованиям универсальности в значительной степени отвечает многофункциональный погружной буровой снаряд (ПБС), созданный в Донецком национальном техническом университете, при содействии ученых ГАО «Черноморнефтегаз» и ЗАО «Компания Юговостокгаз» и являющийся исполнительным элементом новых установок типа УМБ, которые функционально заменяют все типы ЛТС, рекомендуемые сводом правил для бурения и пробоотбора.

Установки типа УМБ могут эксплуатироваться с борта судов общетехнического назначения как при однорейсовом бурении колонковым набором длиной 4–6 м, так и при бесколонковом многорейсовом бурении инженерно-геологических скважин глубиной до 25 м (УМБ-2М, рис. 1, 2) и до 50 м (УМБ-130М, рис. 2) [2; 4].

Технологические циклы многорейсовой проходки скважины установками УМБ-2М и УМБ-130М идентичны. Обе установки работают по технологической схеме, основанной на поинтервальном отборе проб грунта с использованием в течение рейса двух способов разрушения пород по стволу скважины (на примере УМБ-2М): *без отбора керна* за счет размывания пород на ранее пройденном без крепления интервале ствола скважины (рис. 1, в); *с отбором керна* за счет частотно-ударного погружения бурового снаряда в осадки на заданную

глубину (рис. 2, б, з). Заданный режим разрушения пород на интервале скважины обеспечивается дистанционным переключением специальных узлов гидроударного механизма. В качестве рабочего агента для привода гидроударного механизма используют морскую воду, которую подают установленным на палубе судна буровым насосом.

Одновременно ПБС, которым комплектуют установки, реализует выходные частотно-силовые характеристики (табл. 2) достаточные разрушающие параметры для эффективной проходки скважин с пересечением по ее разрезу слоев крупного и мелкого ракушняка, твердых глин, тяжелого суглинка, известняка, прослоек песчаника, песка с гравием и галькой и др. В этом отношении ПБС является альтернативой бурению скважин вращательными агрегатами, размещенными на специализированных буровых судах.

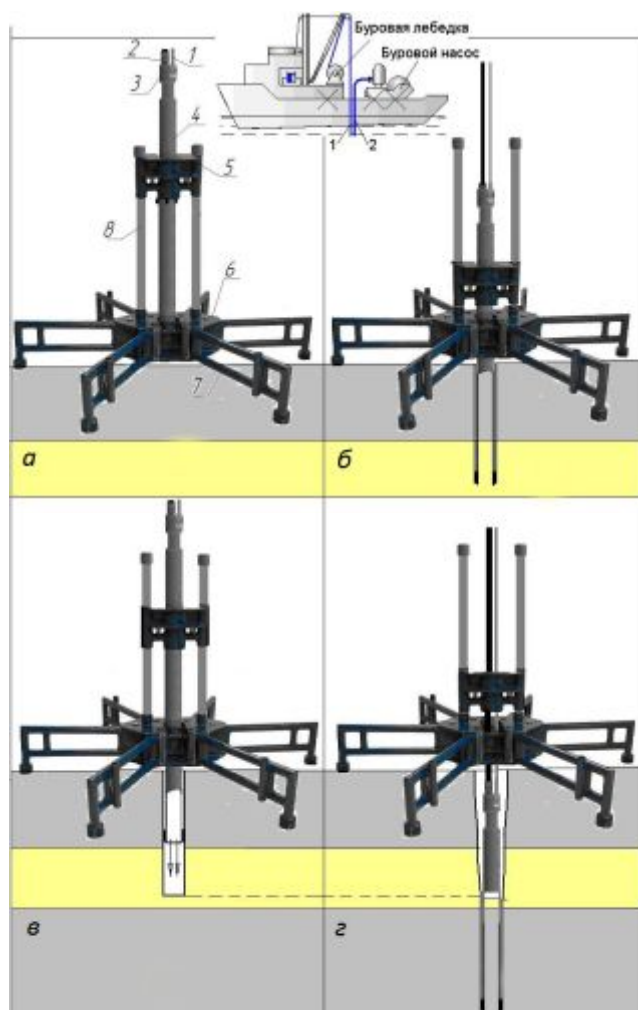


Рис. 1. Комплектность и технологическая схема бурения скважины установкой УМБ-2М: 1 – трос; 2 – нагнетательный шланг; 3 – грузовой переходник; 4 – гидроударный буровой снаряд; 5 – подвижная каретка; 6 – донное основание опоры; 7 – опорные лапы; 8 – направляющие стойки

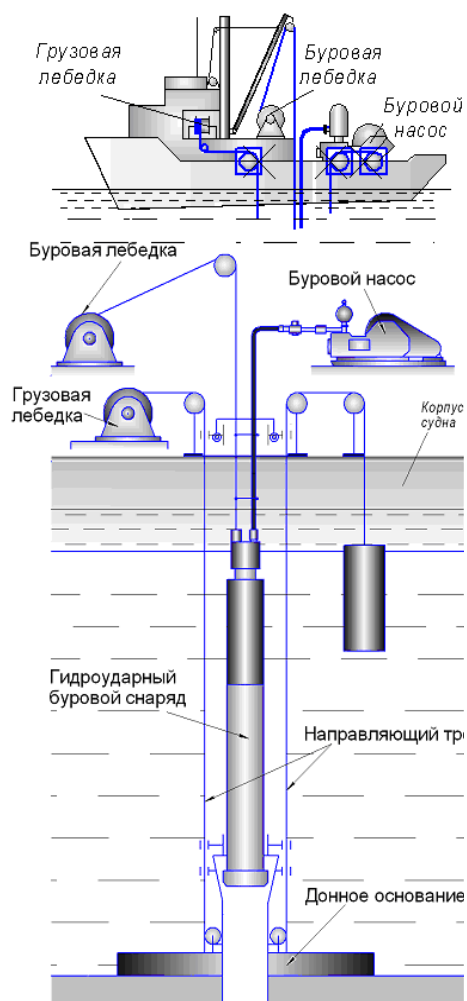


Рис. 2. Принципиальная схема и комплектность установки УМБ-130М

В целом, параметры эксплуатации УМБ полностью соответствуют решаемым задачам при однорейсовом отборе керна и проб придонных пород (I–V категорий по буримости) глубиной до 6 м, а также при выполнении требований к инженерно-геологическим изысканиям на глубину 15–50 м, выделенных в группах б и 7 (см. табл. 1). Частично при бурении в твердых и полутвердых глинистых грунтах, плотных и средней плотности песках

параметры УМБ-130М соответствуют задачам изысканий групп 2 и 3. При этом интервал забоя (до 6 м) может быть представлен и более тяжелыми породами (прослойками песчаника, известняка, алевролита, аргиллита, твердых глин, гальки и др.).

**Таблица 2. Техническая характеристика погружного гидроударного бурового снаряда ПБС-127**

Параметр	Значение
Габаритные размеры	
Наружный диаметр корпуса, мм	127
Длина гидроударного механизма (без колонкового набора), мм	2250
Масса гидроударного механизма, кг	155
Длина колонкового набора, м	2–6
Внутренний диаметр керноприемной трубы/диаметр бурения, мм	98/130
Параметры привода	
Подача жидкости на привод гидроударного механизма, л/мин	180–210
Рабочее давление жидкости в цилиндре механизма, МПа	2,6–3,8
Подача жидкости на фазе размыва пород при заблокированном положении гидроударного механизма, л/мин	450–500
Рабочие параметры гидроударного механизма	
Энергия единичного удара, Дж	131–195
Частота ударов в минуту	1350–1600
Мощность на привод гидроударного механизма, кВт	8,0–14
Моторесурс/ межревизионный период, машин/ч	350/8

Принципиальная особенность ПБС состоит в возможности получения качественного геологического материала по всему разрезу ствола скважины. Обоснованность применения ПБС как фактора обеспечения нормативного пробоотбора подтверждена комплексом экспериментальных исследований образцов глинистых пород, полученных с использованием ПБС, и сравнительной оценкой качества керна, сформированного в керноприемнике, при погружении последнего в породу ударным способом и вдавливанием. Данные [5], а также полученные в результате масштабных исследований на производственных объектах [3], свидетельствуют о высоком уровне сохранности геологического материала при бурении скважин ПБС. Как правило, выход керна по глинистым породам составляет 95–100 %, с незначительной деформацией периферийной части керна, близкой к деформации при отборе монолитов вдавливанием. По остальным породам, в том числе пескам различного гранулометрического состава – 88–95 % (рис. 3–5). Причем, такое качество керна не зависит от длины рейса бурения (4–6 м), которая в производственных условиях ограничивается длиной колонкового набора, предельные значения которой определяются в основном длиной штатного грузоподъемного оборудования судов.

Увеличенная по сравнению с известными пробоотборниками глубинность рейсового опробования грунтов с повышенными качественными показателями геологического материала достигнута как выбором конструкции и параметров гидроударного механизма, реализующего существенные частотно-силовые характеристики на башмаке колонкового набора, так и включаем в структуру ПБС насосного блока (НБ). Последний обеспечивает постоянное восходящее движение жидкости в полости колонковой трубы по так называемому виброизмененному слою в зазоре между столбиком породы и внутренней поверхностью керноприемной трубы. Толщина измененного слоя, как правило незначительна по сравнению с диаметром пробы керна, отбираемой при бурении с использованием ПБС, и позволяет пренебречь нарушениями естественного строения периферийной части керна, наблюдающимися при воздействии ударно-вибрационных нагрузок и обратной промывки в полости керноприемника.

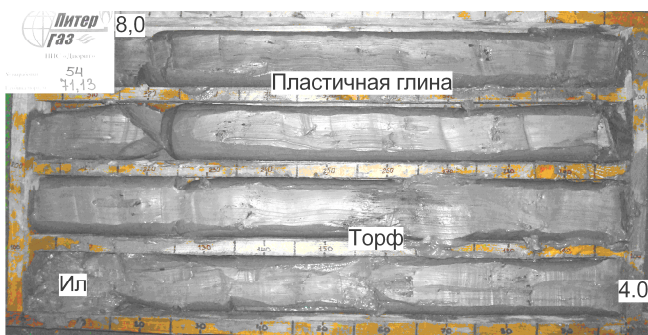


Рис. 3. Общий вид образца керна при изысканиях под проект трубопровода, Черное море, Россия

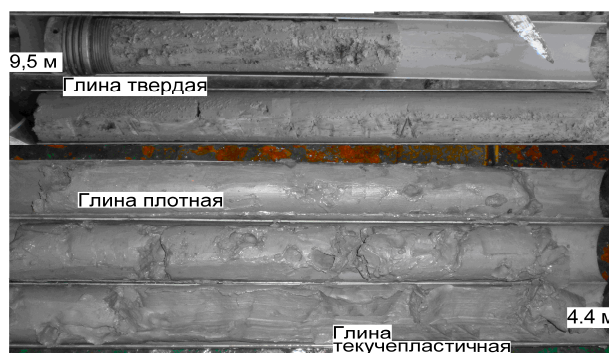


Рис. 4. Общий вид образца керна при изысканиях в порту г. Вунг-Тау, (Вьетнам)



Рис. 5. Общий вид образцов керна при изысканиях под площадки постановки СПБУ «Петр Годованец», Черное море (Украина)



Результат сопоставления достигнутых технических и экономических результатов применения нормативно рекомендуемых вибрационных снарядов и вращательных установок с показателями, полученными при использовании рассмотренных установок на более чем 20 площадках газовых месторождений Черного и Азовского морей, свидетельствуют о целесообразности применения разработанных УМБ-130М и УМБ-2М с включением их в перечень технических средств инженерно-геологических изысканий на морских акваториях. Возможности расширения диапазона физико-механических свойств пересекаемых пород при однорейсовой проходке скважин до глубины 6 м, а также более чем в три раза повышенная коммерческая скорость инженерно-геологического бурения скважин глубиной до 50 м с борта экономичных судов общетехнического назначения являются фактором преобладающего их применения в практике инженерной подготовки документации для обустройства площадок газовых промыслов на месторождениях Азовского и Черного морей.

*Обґрунтовано можливість використання універсального гідрударного бурового снаряду, що функціонально замінює нормативно передбачені технічні засоби для інженерно-геологічного буріння свердловин на шельфі.*

**Ключові слова:** континентальний шельф, інженерно-геологічні дослідження, технологія і технічна база буріння, універсальний гідрударний буровий снаряд

*The article argues possibilities of appliance of cross-functional hydraulic-percussive drill string that substitutes multiple functions of technological tools stipulated by standards regulating engineering and geological survey in continental shelf area.*

**Key words:** continental shelf, engineering and technological survey, operating procedure and technological basis of boring, cross-functional hydraulic-percussive drill string.

### Література

1. Свод правил по инженерным изысканиям на континентальном шельфе для строительства морских нефтегазопромысловых сооружений (СП11-114-2004) / Госстрой России. – М.: ФГУП «ПНИИИС», 2004. – 87 с.
2. Калиниченко О. И., Хохуля А. В., Сокол И. А. Повышение технико-экономических показателей многорейсового бурения подводных скважин установками УМБ-130М // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент - техника и технология его изготовления и применения. – К.: ИСМ им. В. Н. Бакуля, НАН Украины. – 2011. – Вып. 14. – С. 51–55.
3. Калиниченко О. И., Зыбинский П. В., Каракозов А. А. Погружные буровые снаряды и установки для бурения скважин на шельфе. – Донецк: Вебер, Донец. отд. – 2007. – 270 с.
4. Новая установка УМБ-2М для многорейсового бурения скважин на морских акваториях / О. И. Калиниченко, А. В. Хохуля, П. Л. Комарь, Д. В. Копытков-Баскаков // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія гірничо-геологічна. – Донецьк, 2011. – Вып. 14(181). – С. 14–19
5. К вопросу совершенствования технологии отбора донных проб установкой УТВП-130/8 // Е. В. Квашин, Е. Г. Орлов, О. И. Калиниченко, И. И. Цабут. Деп. рук. УкрНИИНТИ, № 1052-Ук89 13.04.89. – 8 с.

*Поступила 12.06.12*

УДК 622.243.952

**О. И. Калиниченко**, д-р техн. наук; **А. В. Хохуля**, **К. В. Векличева**

*Донецкий национальный технический университет, Украина*

### ГИДРОВИБРАЦИОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙ В СКВАЖИНАХ

*В статье рассмотрены схемы и рекомендации по выбору параметров гидроударных машин для ликвидации аварий в скважинах.*

**Ключевые слова:** скважина, авария, гидроударная машина, параметры.

Наиболее активным периодом использования гидроударных механизмов для ликвидации прихватов бурового снаряда в скважинах являлись 80-е годы прошлого века. Аварийность буровых работ достигала 10 % общего объема затрат времени на бурение скважин и была довольно серьезной проблемой. В такой ситуации были оправданы научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по развитию и поиску новых способов и технических средств предупреждения и эффективной борьбы с аварийными ситуациями. Направление значительной части таких исследований было посвящено созданию механизмов, основанных на передаче интенсивных частотно-силовых нагрузок на прихваченный буровой снаряд. Научными и производственными буровыми организациями, в том числе Донецким национальным техническим университетом (ДонНТУ) были разработаны десятки вполне работоспособных машин в виде ударных устройств, представляющих собой либо гидравлические вибраторы, либо комбинации гидроударника и яса. В отдельных случаях, применение отмеченных целевых устройств оказывалось весьма эффективным. Однако, значительная доля примеров использования таких машин характеризовалась, прежде всего, недостаточным уровнем их надежности [1–3].

Накопленный в ДонНТУ опыт разработки гидроударных агрегатов с повышенными эксплуатационными качествами гидравлических двигателей двойного действия с клапанным