

О.И. Калиниченко, докт. техн. наук, **А.В. Хохуля**, **П.Л. Комарь**,
Д.В. Копытков-Баскаков

Донецкий национальный технический университет, Украина

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ГИДРОУДАРНЫХ УСТАНОВОК
ДЛЯ БУРЕНИЯ СКВАЖИН НА ШЕЛЬФЕ**

The article states results of development activity focused on light drilling units that can be used for multi-run drilling of 20 meters depth bore holes with possibility to use such units from the side of a drill ship or no specialized ships.

С 2001 г. и по настоящее время преобладающим способом инженерно-геологических изысканий в зоне украинского шельфа Черного и акватории Азовского морей, продолжает оставаться способ комбинированного бесколонного бурения скважин с использованием гидроударных установок УМБ-130 и УМБ-130М, разработанных в Донецком национальном техническом университете (ДонНТУ). За этот период практически все крупные проекты освоения морских углеводородных месторождений спроектированы по инженерным данным отечественного предприятия ЗАО «Компания Юговостокгаз», выполняющего изыскания для ГАО «Черноморнефтегаз» с применением отмеченного типа установок [1]. Полученная эксплуатационная надежность и результативность установок, существенно превосходящая возможности большей части известных аналогичных устройств, вызвали научный и практический интерес и ряда зарубежных компаний. В значительной степени это обстоятельство стимулировало работу ученых и специалистов ДонНТУ, направленную на более полную реализацию потенциала разработок. Вместе с тем, несмотря на постоянный поиск возможностей повышения технико-технологических и эксплуатационных

показателей установок, большое количество принятых решений в основе своей имели локальный характер. По сути, за истекший период принципиального усовершенствования установки не претерпели. Противоречия, обусловленные довольно значительным количеством проблем, возникающих в процессе эксплуатации применяющегося оборудования и объемом накопленного обширного и разнопланового информационного материала, приобретенного в процессе теоретических, экспериментальных и промысловых исследований, явились объективным фактором необходимости принципиальной модернизации установок.

При обобщении и систематизации выявленных проблем, отдавая себе отчет в том, что результат работы в принципе не может быть совершенным, при выборе концепции модернизации разработок нами выделены первоочередные, наиболее существенные задачи:

- исходя из условий ограниченного энергообеспечения судов, разработать новый многофункциональный погружной гидроударный буровой снаряд (ПБС) с повышенными показателями надежности, работающий на пониженных расходах жидкости (не более 200 л/мин) при давлении в гидросистеме не более 3 МПа, с сохранением частотно-силовых характеристик, по отношению к известным ПБС установок УМБ-130 (130М);

- в условиях ограниченных размеров рабочих площадок палубы разработать компактный и мобильный вариант стабилизирующей опоры, с повышенными эргономическими и эксплуатационными показателями, с возможностью реализации забортной технологической схемы производства однорейсового пробоотбора (4-6 м) и при многорейсовом бурении скважин глубиной до 20 м.

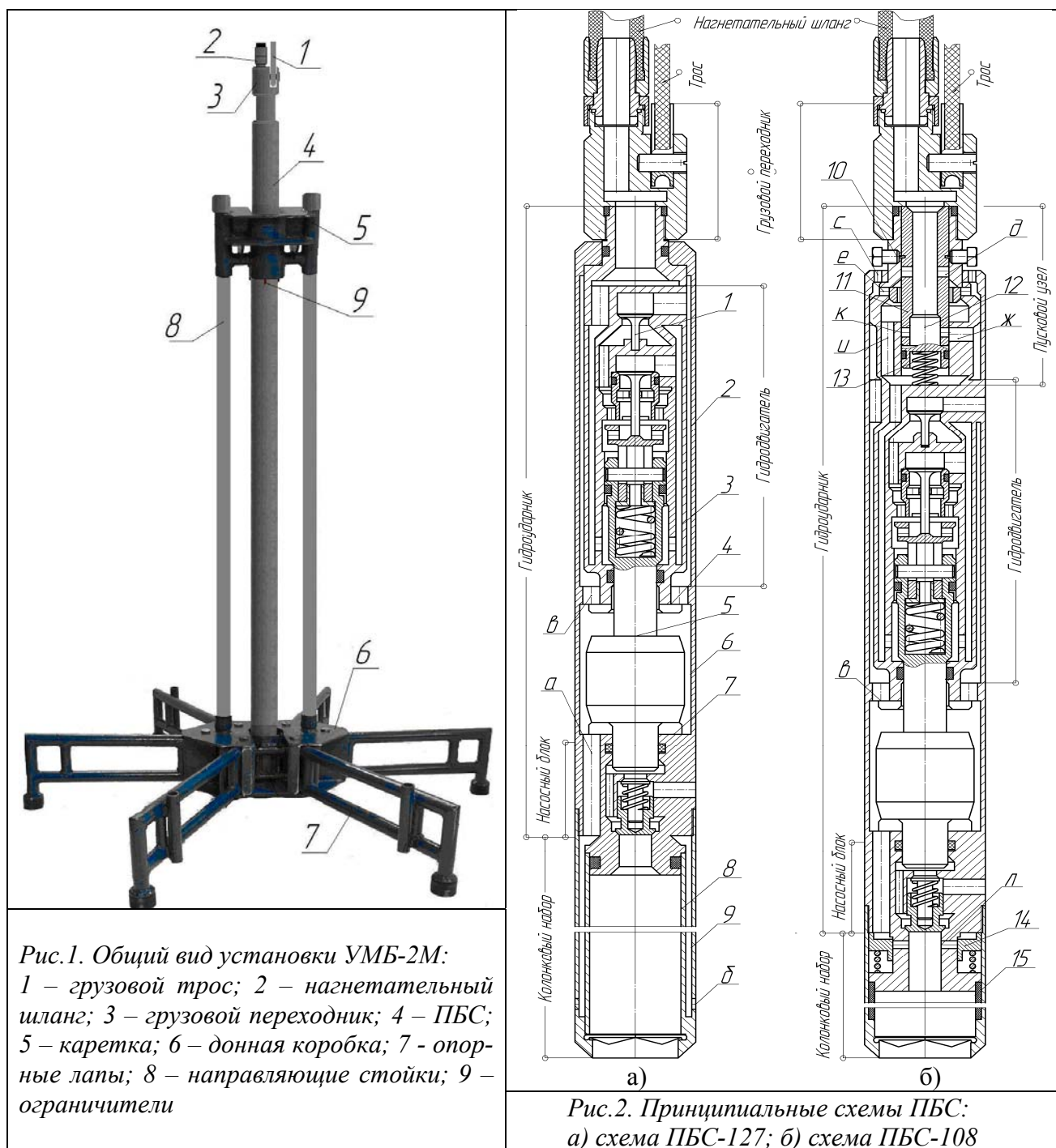
Рассмотренные задачи в комплексном виде использованы при создании установок, которым присвоен индекс УМБ-2М.

По отношению к УМБ-130 в разработанном варианте УМБ-2М структура элементов установки сохранена (рис. 1): стабилизирующая опора; ПБС; грузовой переходник. Учитывая диапазон нормативных требований к качеству керна (монолитов), в отличие от УМБ-130, в комплекте новой установки предусмотрены два типоразмера гидроударных буровых снарядов ПБС-108М и ПБС-127М, имеющих диаметры корпуса, соответственно, 108 и 127 мм (рис. 2).

Целесообразность расширения состава установки двумя ПБС во многом определено требованиями нормативных пособий к интервалу отбора керна при изысканиях на шельфе. Для условий однорейсового пробоотбора глубина скважин в большинстве случаев закладывается в пределах 4 – 6 м. Поэтому целесообразно для таких условий использование ПБС-127 с гарантированно высокими частотно-силовыми характеристиками. При многорейсовом бурении, прежде всего, в процессе инженерно-геологических изысканиях на глубину до 20 м, нормативная глубина внедрения колонкового набора в грунт в соответствии со стандартами получения качественного геологического материала не должна превышать 2 м при диаметре керна не менее 80 мм. Поэтому, для рассматриваемых условий бурения, выбор ПБС-108 с колонковой трубой диаметром 108 мм и пластиковым вкладышем длиной до 2.5 м с внутренним диаметром 84 – 85 мм является вполне обоснованным. Учитывая также, что номинальная грузоподъемность стрел большинства судов находится в пределах 9-15 кН, приемлемо использование одинарных колонковых наборов, без размыва стенок скважины, поскольку усилие извлечения труб диаметром 108 мм, при их погружении на глубину до 3 м не превышает допустимой нагрузки на грузовое оборудование судов [1].

Общим принципиальным отличием разработанных ПБС по отношению к известным снарядам установок УМБ-130 и УМБ-130М [2] является отдельное исполнение ударного узла (бойка 5) и гидродвигателя ПБС с гарантированной защитой его от запесочивания при спуске машины в скважину. При этом однокорпусное исполнение ударного узла с одной стороны позволило использовать в конструкции укороченный боек 5 без уменьшения его массы, что существенно сократило габариты выноса установки за борт судна. С другой стороны, наличие постоянного набегающего потока в камере бойка исключается опасность его заклинивания при проникновении в полость бойка песка и шлама. Существенным фактом является унифицированное исполнение гидродвигателя при полной взаимозаменяемости элементов клапанно-поршневой группы ПБС-108 и ПБС-127. Дополнительно упрощена конструкция насосного блока ПБС, клапанная группа которого размещена непосредственно в нижней наковальне 7.

Комплектность ПБС для работы в режиме однорейсового пробоотбора показана на (рис. 2, а).



При включении насоса жидкость по нагнетательному шлангу и смещенному каналу грузового переходника попадает в рабочие камеры гидродвигателя гидроударного механизма, обеспечивая возвратно-поступательное перемещение поршня-бойка 5, который в конечных точках наносит удары по наковальням 4 и 7, формируя на них ударные нагрузки, передающиеся колонковому набору. Выхлоп отработанной в гидроударнике жидкости обеспечивается через обратный

клапан 1, кольцевое сечение между корпусом гидродвигателя 3 и кожухом 2, каналы «в» и «а» в верхней и нижней наковальнях, кольцевой зазор между керноприемной 8 и наружной 9 трубами и далее, через окно «б» в скважину, размывая при этом грунт по длине ПБС. В процессе возвратно-поступательного движения бойка, его штоковая (нижняя) часть выполняет роль вытеснителя насосного блока, обеспечивающего непрерывное восходящее движение воды в керноприемной трубе.

Для реализации схемы многорейсового бурения, сущность которой заключается в интервальной проходке ствола с чередованием размыва пород на заданном интервале скважины при неработающем гидроударнике (без отбора керна) и углубления забоя за счет высокочастотного ударного погружения бурового снаряда в осадки (с отбором керна), используется снаряд ПБС-108, дополнительно оснащенный пусковым узлом (рис. 2, б).

В режиме гидромониторного разрушения осадков расход жидкости Q устанавливается на уровне 340-350 л/мин. Набегающим потоком смещается клапан 12, открывая доступ жидкости через окна «к» в канал «ж». Далее, через смещенные каналы верхней 4 и нижней 7 наковален жидкость направляется в полость подпружиненного поршня-золотника 14, смещает его вниз, открывая окна «л» для поступления жидкости через лепестки-насадки колонкового набора на забой скважины.

При переходе на режим пробоотбора расход жидкости увеличивается до величины $Q_1 = (1,2...1,25)Q$, при этом срезаются калиброванные шпильки ввертышей 10. Золотник 11 опускается вниз до упора в клапан 12. Каналы «д» совмещают напорную линию с камерами гидродвигателя. Одновременно открываются окна «е» для сброса избыточного объема жидкости (по отношению к номинальному расходу $Q_n = 160...180$ л/мин для запуска и работы гидроударника). При необходимости, нужный режим работы гидроударника может устанавливаться изменением подачи насоса с помощью регулировочного вентиля, являющегося обязательным элементом обвязки насоса.

Включение в состав ПБС-108 поршня-золотника 14, выполняющего роль своего рода лубрикатора, компенсирующего изменение объема воды в камере

бойка при его перемещениях. Это исключило возможность всаса жидкости из полости размещения бойка при работе насосного блока, повысив надежность призабойной промывки скважины. Одновременно поршень-золотник выполняет функции обратного клапана, предотвращающего попадание в полости гидроударного механизма песка и частиц шлама при спуске снаряда в скважину.

За счет используемых в конструкции ПБС новых инженерных решений и проведенной оптимизации гидроударника количественные показатели выходных характеристик ПБС-108 и ПБС-127 при расходе жидкости 180-200 л/мин (табл.1) аналогичны параметрам ПБС установок УМБ-130 при подаче насоса 320-350 л/мин.

Таблица 1. Параметры погружных гидроударных буровых снарядов

Номинальный расход жидкости на привод гидроударника $Q = 180 \text{ л/мин}$				График изменения рабочих параметров ПБС-127 от расхода жидкости (Q)	
Параметры погружных гидроударных буровых снарядов*					
ПБС	$P, \text{МПа}$	$n, \text{гц}$	$E, \text{Дж}$		
ПБС-108	Масса бойка 40 кг				
	2.0	24.5	80		
ПБС-127	Масса бойка 54 кг				
	2.5	24.5	120		

* P - давление в цилиндре гидроударника; n - частота ударов бойка; E - энергия единичного удара.

При реализации второй отмеченной выше задачи отдано предпочтение разборному варианту стабилизирующей опоры. Комплект опоры включает два модуля: направляющий узел и донное основание. Оба модуля разбираются на несколько компактных узлов.

Конструктивными элементами направляющего узла (рис. 4) являются две стойки 2 и подвижная направляющая каретка 3. Стойка представляет собой отрезок бурильной трубы диаметром 50 мм, на нижнем конце которой приварен опорный патрубок 6. К съемной части стойки относятся ограничитель 1 и опорная втулка 5. Подвижная каретка (рис. 3), выполненная в виде сварного

корпуса 1 с направляющими патрубками 2 и подпружиненными фиксаторами 3, на которых, с возможностью вращения закрепляется поворотная воронка 5.



Рис. 3. Элементы подвижной направляющей каретки: 1 - корпус; 2 - направляющие патрубки; 3 - фиксаторы; 4 - пружина; 5 - поворотная воронка

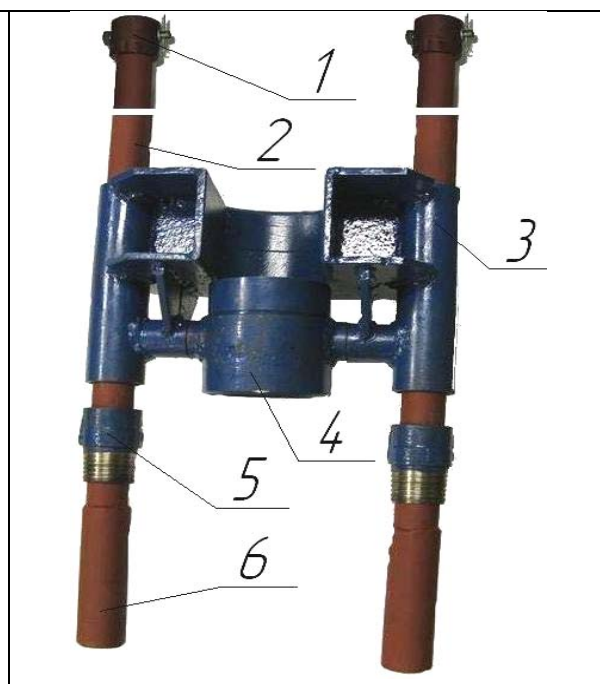


Рис. 4. Направляющий узел в сборе: 1 - съемный ограничитель; 2 - направляющая стойка 3 - направляющая каретка; 4 - поворотная воронка; 5 - монтажная втулка; 6 - опорный патрубок

При сборке направляющего узла, на стойках 2 (рис. 4) размещаются монтажные втулки 5 и каретка 3. Затем на верхней части стоек закрепляются съемные ограничители 1.

Донное основание включает жесткую компактную донную коробку и шесть опорных лап, длиной 0,8 м. Корпус коробки 1 (рис. 5) имеет установочные патрубки с резьбой под монтажные втулки 2, и направляющий цилиндр 4 с откидным полухомутом 5, который вращается на оси 7 и, в закрытом положении, фиксируется замком 6. Торцевые стороны коробки имеют штатные проемы для размещения в них опорных лап. При этом четыре фронтальные лапы 3, 5, 7 и 8 (рис. 6) имеют патрубки 10 для установки съемных опорных подставок 2 и 6.

Сборка основания заключается в размещении в штатных проемах коробки опорных лап с последующей их фиксацией пальцами. В дальнейшем направляющий узел опорными патрубками стоек помещается в установочные пат-

рубки коробки и резьбовой частью опорных втулок притягивается к донной коробке.

Сборка установки завершается размещением бурового снаряда 4 в поворотной воронке каретки 1 (рис. 6). В патрубки 10 фронтальных лап устанавливаются съемные опорные подставки 2 и 6, уровень поверхности которых одинаков и совпадает с высотой опорной части поворотной воронки, что позволяет иметь не только постоянный горизонт положения снаряда относительно поверхности палубы, но и обеспечивает облегченные условия размещения бурового снаряда в каретке.

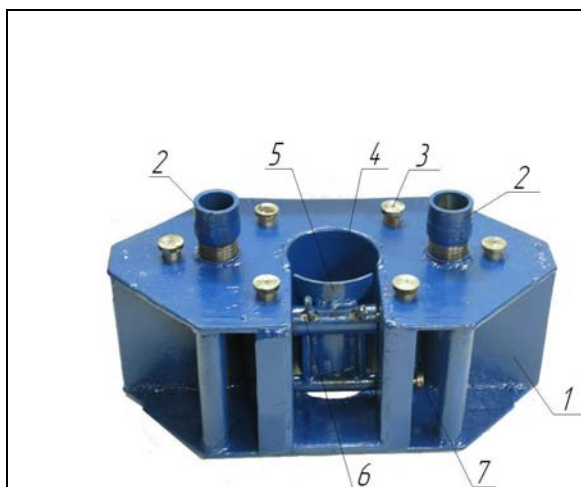


Рис. 5. Коробка донного основания:

1 – корпус; 2 – монтажные втулки; 3 – палец; 4 – направляющий цилиндр; 5 – откидной полухомут; 6 – замок; 7 – ось

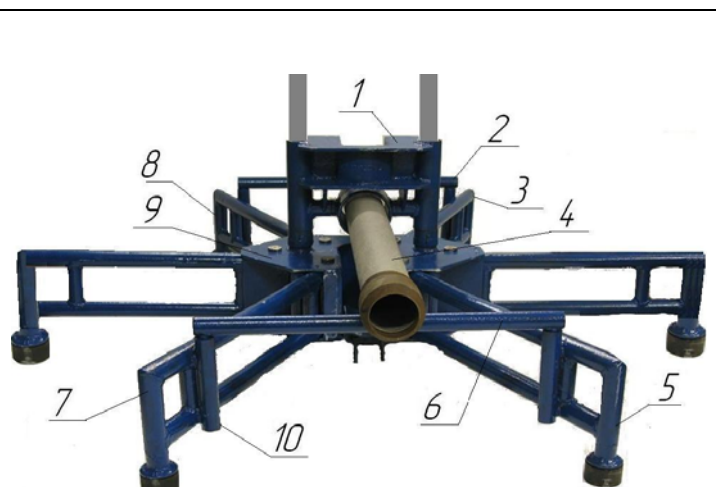


Рис. 6. Размещение бурового снаряда в воронке подвижной каретке:

1 – каретка; 2, 6 – опорные подставки; 3, 5, 7, 8 - фронтальные опорные лапы; 4 – буровой снаряд; 9 – коробка донного основания; 10 - патрубки для размещения опорных подставок

В вертикальное положение буровой снаряд устанавливается с помощью буровой лебедки, трос которой закреплен в проеме грузового переходника 3 (рис. 1), навинченного на гидроударный буровой снаряд 4. В зависимости от используемой длины ПБС, на корпусе бурового снаряда навариваются две - три опорные пластины 9 толщиной 3-3,5 мм.

В целом, предложенными инженерными решениями, использованными при совершенствовании стабилизирующих опор, в значительной степени выполнена поставленная задача снижения трудоемкости при одновременном по-

вышении комфортности работы с установками типа УМБ в условиях ограниченных размеров рабочих площадок палубы.

Повышенная надежность и эффективность новых погружных буровых снарядов ПБС-108 и ПБС-127 подтверждена данными их промышленного использования на объектах работ российской компании ДМИГЭ (2010 г.) при инженерно-геологических работах на шельфе острова Сахалин. В настоящее время установкой УМБ-2М пополнен парк технических средств бурения подводных скважин Причерноморского государственного регионального геологического предприятия (Одесса).

Л и т е р а т у р а

1. *Асеев А.Г., Распопов В.М., Хворостовский С.С.* Бурение разведочных скважин на шельфе. - М.: Недра, 1988. - 197 с.
2. *Калиниченко О.И., Каракозов А.А., Зыбинский П.В.* Погружная гидроударная установка УМБ-130 для многорейсового бурения подводных скважин //Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент и технология его изготовления. Сб. научн. Трудов.- Киев: ИСМ им. Бакуля, ИПЦ АЛКОН НАНЦ. Киев,2003. С.-63-68.
3. *Калиниченко О.И., Хохуля А.В.* Основные проблемы и пути совершенствования техники и технологи многорейсового бурения скважин на морских акваториях //Науковий вісник. №7, Національного гірничого університету. Науково технічний журнал. Дніпропетровськ, 2009. С. 45 – 50.
4. *Калиниченко О.И., Зыбинский П.В, Каракозов А.А.* Гидроударные буровые снаряды и установки для бурения скважин на шельфе. – Донецк: «Вебер» (Донецкое отд.), 2007. – 270 с.