

## РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ПОИНТЕРВАЛЬНОГО БУРЕНИЯ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ СКВАЖИН С САМОПОДЪЁМНЫМИ БУРОВЫХ УСТАНОВОК

А.А. Каракозов, А.Н. Рязанов, С.Н. Парфенюк, Н.И. Титенок, Донецкий национальный технический университет, Украина

Описаны технические средства для бурения геотехнических скважин с самоподъёмных буровых установок в породах песчано-глинистого комплекса. Конструкция гидроударного снаряда позволяет предотвратить отрыв колонкового набора от забоя и уменьшить массу, воспринимающую удар бойка, а также обеспечивает размыв интервала обрушившихся пород независимо от величины подачи жидкости. В забивном пробоотборнике с гидравлическим приводом обеспечивается размыв интервала обрушившихся пород перед отбором керна. Проведена оценка ожидаемой механической скорости бурения при отборе пробы.

Освоение украинских шельфовых месторождений нефти и газа способствовало разработке новых технологий и технических средств бурения глубоких геотехнических скважин на площадках постановки платформ. Специалистами кафедры «Технология и техника бурения скважин» (ТТБС) ДонНТУ при участии ООО «Компания «Юговостокгаз» была разработана

технология поинтервального бурения скважин в породах песчано-глинистого комплекса с самоподъёмных буровых установок (СПБУ), реализованная на объектах работ ГАО «Черноморнефтегаз», и проведена оценка её эффективности [1–7]. Схема реализации предложенной технологии на СПБУ «Сиваш» приведена на рис. 1.

С СПБУ спускается водоотделяющая колонна диаметром 219-245 мм. Её башмак устанавливается на расстоянии 1,5-2 м от дна моря. При наличии сильных течений башмак колонны заглубляется в грунт во избежание её вибрации и изгиба при проведении работ. Затем спускается колонна обсадных труб диаметром 146 мм, предназначенная для крепления стенок скважины в процессе её углубки. После этого начинается отбор проб при помощи гидроударных буровых снарядов ПБС-110. Сначала отбирается проба верхнего интервала пород. Затем перед отбором каждой следующей пробы сначала размывают обрушившиеся породы предыдущего интервала, а потом производят пробоотбор на нужной глубине. Переключение режимов работы ПБС-110 осуществляется за

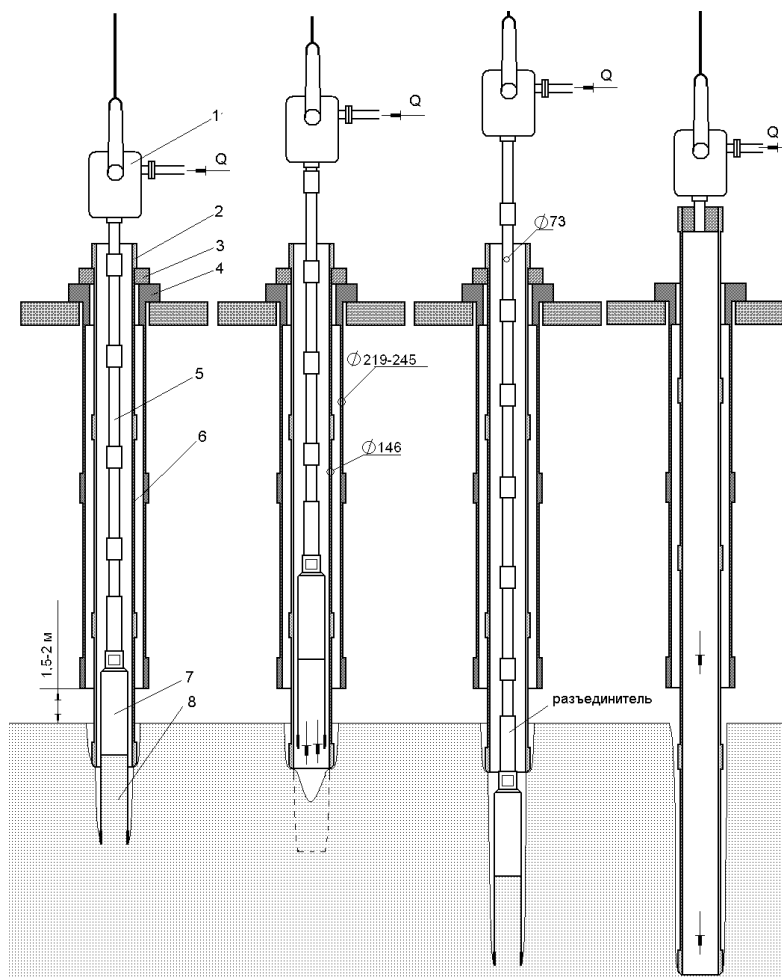


Рис. 1. Технологическая схема поинтервальной проходки скважин с СПБУ: 1 – вертлюг-сальник; 2 – головка обсадной колонны Ø146 мм; 3 – хомут; 4 – головка обсадной колонны Ø219-245 мм; 5 – бурильные трубы Ø73 мм; 6 – обсадная колонна Ø146 мм; 7 – ПБС-110; 8 – керн; Q – подача жидкости.

счёт распределительных узлов, входящих в его состав. Для закрепления стенок скважины предусмотрена периодическая углубка колонны обсадных труб диаметром 146 мм после опробования участка скважины, длина которого соответствует длине одной трубы.

Несмотря на успешную апробацию разработанной технологии в производственных условиях, полученные результаты показали, что при бурении в плотных песках и глинистых грунтах механическая скорость существенно снижается даже при использовании рациональной компоновки низа бурильной колонны [6, 7]. Таким образом, энергетические параметры буровых снарядов ПБС-110 в этих условиях не позволяют обеспечить быстрый отбор пробы.

Поэтому задача повышения механической скорости бурения глубоких геотехнических скважин может решаться двумя путями: 1. За счёт дальнейшего совершенствования существующих гидроударных буровых снарядов (ГБС); 2. За счёт использования технических средств, обеспечивающих более существенную энергию удара по сравнению с ГБС.

В первом случае, при совершенствовании существующих гидроударных буровых снарядов, изменения конструкции должны быть направлены, во-первых, на повышение их энергетических параметров за счёт увеличения скорости бойка, что может быть достигнуто изменением рабочей площади поршня гидродвигателя [8]. Во-вторых – на рационализацию их ударной системы, которая должна обеспечивать постоянный контакт колонкового набора с забоем и его независимое перемещение относительно остальных частей ГБС после соударения с бойком, что позволит значительно уменьшить массу, воспринимающую удар бойка, и повысить эффективность воздействия на забой скважины. Это достигается отделением колонкового набора от гидродвигателя и ударного узла. Подобные конструктивные схемы не применяются в автономных установках [4], в которые жидкость подаётся по гибкому шлангу, и нет возможности создавать дополнительную осевую нагрузку на снаряд. Однако при использовании ГБС в компоновке с бурильной колонной такая схема становится работоспособной, поскольку колонна воспринимает реактивные усилия, возникающие при работе гидроударника, и обеспечивает контакт корпуса ударного узла с колонковым набором, что необходимо для надёжной работы гидроударника.

Дополнительно, распределительная схема гидроударного снаряда может быть изменена таким образом, чтобы подача жидкости в колонковую трубу могла осуществляться при любой её величине. Это значительно упрощает технологию ведения работ, поскольку снимает ограничения на разность расходов жидкости при размыве пород (бескерновое бурение) и при работе гидроударника (бурение с отбором керна) – её вообще может и не быть.

На кафедре ТТБС ДонНТУ разработана конструктивная схема усовершенствованного гидроударного бурового снаряда [9], отвечающая приведенным выше условиям (рис. 2). В состав снаряда входят переходник 1 с распределительной камерой 2, кожух 3, корпус 4 гидроударника, корпус 5 ударного узла, соединенный с верхней наковальней 6. В распределительной камере 2 установлен поршень 7 с осевым каналом 8 и седлом 9 для пускового клапана 10. Поршень 7 зафиксирован штифтами 11 в своем верхнем положении. Распределительная камера 2 соединена каналом 12 с полостью бурильных труб, каналом 13 – со скважиной (через дроссельную втулку 14) и входной полостью 15 гидроударника, а каналом 16 – с зазором между кожухом 3 и корпусом 4. Канал 13 перекрыт поршнем 7. Канал 17 в переходнике 1 соединяет выпускную полость 18 гидроударника со скважиной. Боёк 19 размещен в корпусе 5 ударного узла. В нижнем переходнике 20 подвижно установлена наковальня 21 с каналом 22, соединяющим полость колонковой трубы 23 с полостью корпуса 5 и каналом 24 в верхней наковальне. Канал 22 перекрыт подпружиненным поршнем 25. Наковальня 21 жестко соединена с колонковой трубой 23. На наковальне 21 установлен кольцевой клапан 26, седло 27 которого расположено на корпусе 5. Ниже седла 27 в корпусе 5 выполнены отверстия 28. В верхней части колонковой трубы 23 установлен обратный клапан 29, а в нижней – башмак 30 с кернорвателем 31.

Гидроударный буровой снаряд работает следующим образом (рис. 3). Он спускается в скважину на колонне бурильных труб, к которой присоединяется переходником 1. При контакте башмака 30 с забоем скважины спуск заканчивается. При этом нижний переходник 20 опирается на колонковую трубу 23, поэтому между кольцевым клапаном 26 и седлом 27 есть зазор.

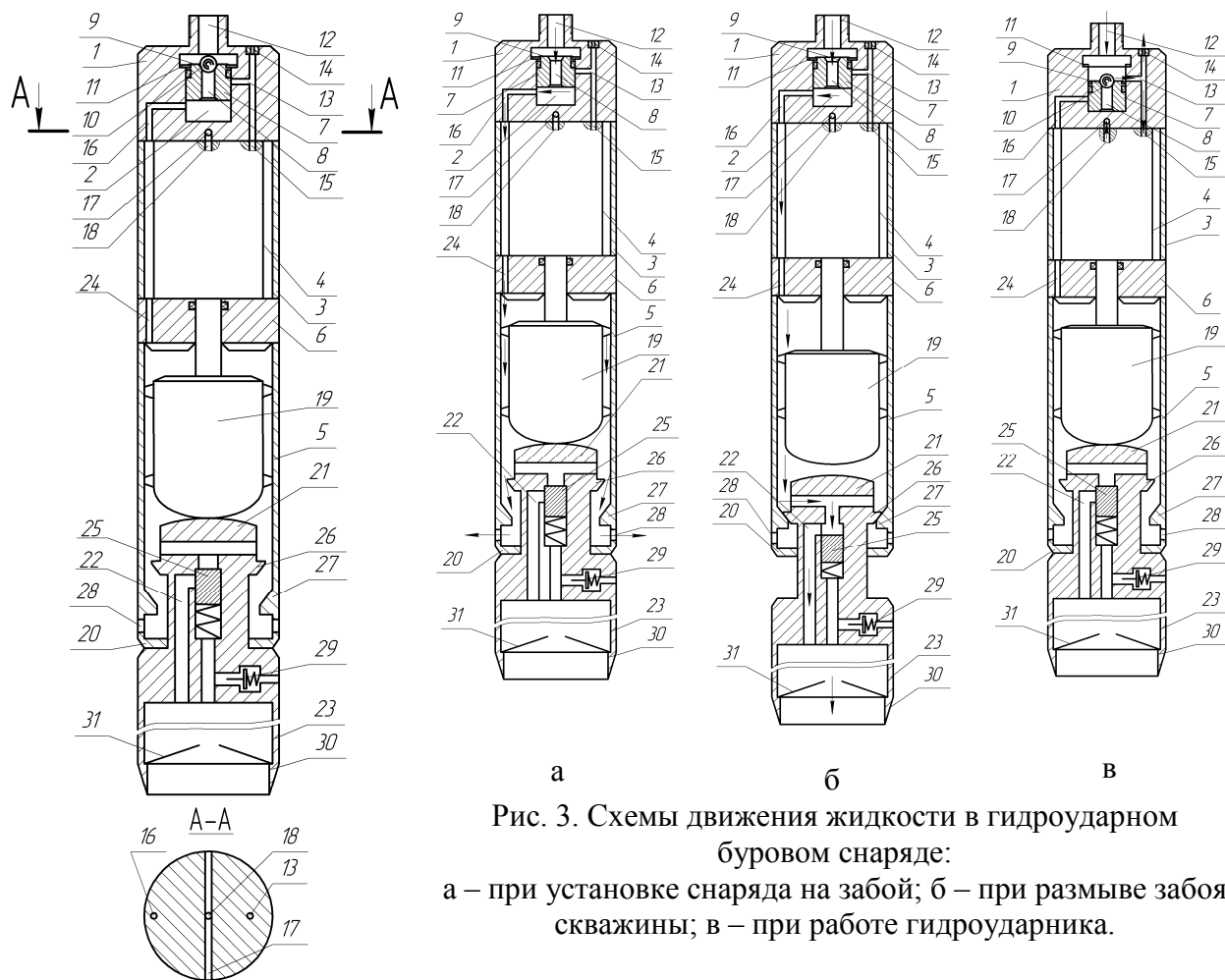


Рис. 2. Конструкция гидроударного бурового снаряда.

Рис. 3. Схемы движения жидкости в гидроударном буровом снаряде:

а – при установке снаряда на забой; б – при размыве забоя скважины; в – при работе гидроударника.

Перед началом отбора пробы, для очистки забоя скважины от осыпавшейся породы, в колонну бурильных труб подается промывочная жидкость (рис. 3а). Она по каналам 12 и 8 поступает в камеру 2, из которой по каналу 16, кольцевому зазору между кожухом 3 и корпусом 4, каналу 24 в верхней наковальне 6 попадает в полость корпуса 5 ударного узла. Оттуда по зазору между кольцевым клапаном 26 и седлом 27 и через отверстия 28 жидкость подается в скважину. При подъеме колонкового снаряда над забоем (рис. 3б) кольцевой клапан 26 садится в седло 27, перекрывая поток жидкости, вследствие чего над поршнем 25 растет давление. За счет силы, обусловленной давлением жидкости, поршень 25 движется вниз, сжимая пружину и открывая канал 22 для прохода жидкости в колонковую трубу 23. Жидкость через кернорватель 31 и башмак 30 поступает на забой скважины, размывая осыпавшуюся породу.

В случае если необходимо пройти какой-либо интервал скважины без отбора керна, то кроме размыва пород конструкция также позволяет реализовать «ключущий» способ бурения, эффективный при бескерновой проходке твердых нескальных грунтов. Периодически сбрасывая снаряд на забой, а затем, поднимая его над ним, добиваются механического рыхления породы на забое с последующим её размывом, что увеличивает скорость проходки.

Для отбора пробы (рис. 3в) снаряд опускают на забой скважины. В колонну бурильных труб сбрасывается пусковой клапан 10 (шарик), который садится в седло 9 и перекрывает осевой канал 8 поршня 7. Давление жидкости над поршнем 7 повышается, штифты 11 срезаются, и он перемещается в крайнее нижнее положение. При этом канал 16 перекрывается боковой поверхностью поршня 7, а канал 13 открывается. Таким образом, полость корпуса 5 отделяется от источника давления, и жидкость поступает во впускную полость 15 гидроударника, приводя его в действие. В процессе работы гидроударника боёк 19 совершает воз-

вратно-поступательное движение, нанося удары по наковальне 21 и верхней наковальне 6, а жидкость из выпускной полости 18 гидроударника выходит в скважину через канал 17.

Под действием ударов по наковальне 21 колонковая труба 23 башмаком 30 углубляется в грунт, который поступает в неё, отжимая лепестки кернорвателя 31. Жидкость из колонковой трубы 23 вытесняется в скважину через обратный клапан 29. При ударе по верхней наковальне 6 колонковая труба 23 не воспринимает ударных нагрузок. Поэтому даже при подскоке гидроударника над забоем колонковая труба 23 не теряет контакта с ним. Поскольку удары вниз воспринимает только колонковая труба с наковальней, а не весь снаряд с колонной бурильных труб, то повышается углубка за один удар и как следствие – механическая скорость бурения.

После окончания рейса подачу жидкости прекращают. Колонну бурильных труб поднимают, извлекая снаряд на поверхность. При этом кернорватель 31 удерживает в колонковой трубе 23 отобранную пробу.

Во втором случае, при использовании технических средств, обеспечивающих более существенную по сравнению с ГБС энергию удара, задача может быть решена за счёт использования забивных пробоотборников с гидравлическим приводом. В этих устройствах движение бойка перед ударом по колонковой трубе осуществляется независимо от гидродвигателя, т.е. энергия удара не определяется его параметрами [10, 11].

Подобные устройства имеют более рациональную ударную систему по сравнению с ПБС-110 с точки зрения соотношения масс соударяющихся элементов, кроме того они обеспечивают постоянный контакт колонкового набора с забоем при отборе пробы. Однако частота ударов, реализуемых забивным пробоотборником, невелика (обычно 1-2 Гц) при сравнимой с ГБС энергии ударов. Поэтому они используются только в тех случаях, когда заказчиком работ регламентируется низкочастотный режим ударного погружения колонкового набора в грунт. В то же время резко повысить энергию ударов несложно – достаточно установить над бойком силовую пружину, которая при его подъёме будет накапливать энергию, реализуемую затем для удара по колонковой трубе [12]. Это также даст возможность повысить частоту ударов за счёт уменьшения хода бойка. Таким образом, если обеспечить скорость бойка в пределах 4-5 м/с, то энергия удара будет примерно в 6-8 раз больше чем у гидроударного бурового снаряда, что может дать забивному пробоотборнику преимущества при отборе проб в плотных песчано-глинистых отложениях. В то же время существующая конструкция забивного пробоотборника [10, 11] при его эксплуатации на бурильных трубах не обеспечивает размыв интервала обрушившихся пород через колонковую трубу. Поэтому для его использования в технологической схеме, приведенной на рис. 1, необходимо изменить конструкцию пробоотборника таким образом, чтобы обеспечивался размыв забоя скважины через колонковую трубу.

На кафедре ТТБС ДонНТУ была разработана усовершенствованная конструктивная схема забивного пробоотборника, обеспечивающая размыв забоя через колонковую трубу перед отбором пробы [13]. На рис. 4 показан базовый вариант конструкции без силовой пружины, разгоняющей боёк перед ударом по колонковой трубе.

Забивной пробоотборник работает следующим образом. Он спускается в скважину на колонне бурильных труб, соединённой с переходником 1. Перед началом пробоотбора для очистки забоя скважины от осыпавшейся породы в бурильную колонну подается жидкость (рис. 4б). Она поступает в камеру 2, далее по каналу 14, кольцевому зазору между кожухом 3 и корпусом 4 попадает в полость корпуса 5 ударного узла, откуда по кольцевому зазору между клапаном-золотником 26 и седлом 27, а затем через отверстия 28 подается в скважину.

При подъёме забивного пробоотборника над забоем (рис. 4в) наковальня 24 опирается на нижний переходник 23, при этом зазор между клапаном-золотником 26 и седлом 27 уменьшается. Давление над клапаном-золотником 26 повышается, и он, сжимая пружину, перемещается вниз, открывая канал 29. Жидкость по каналу 29 поступает в колонковую трубу 25 и через кернорватель 32 и башмак 31 – на забой скважины (рис. 4г), размывая осыпавшуюся породу.

Для отбора пробы (рис. 4д) забивной пробоотборник устанавливают на забой скважины. В колонну бурильных труб бросают пусковой клапан 10, который садится в седло 9 и перекрывает осевой канал 8 в поршне 7. Давление в камере 2 повышается, штифты 11 срезаются.

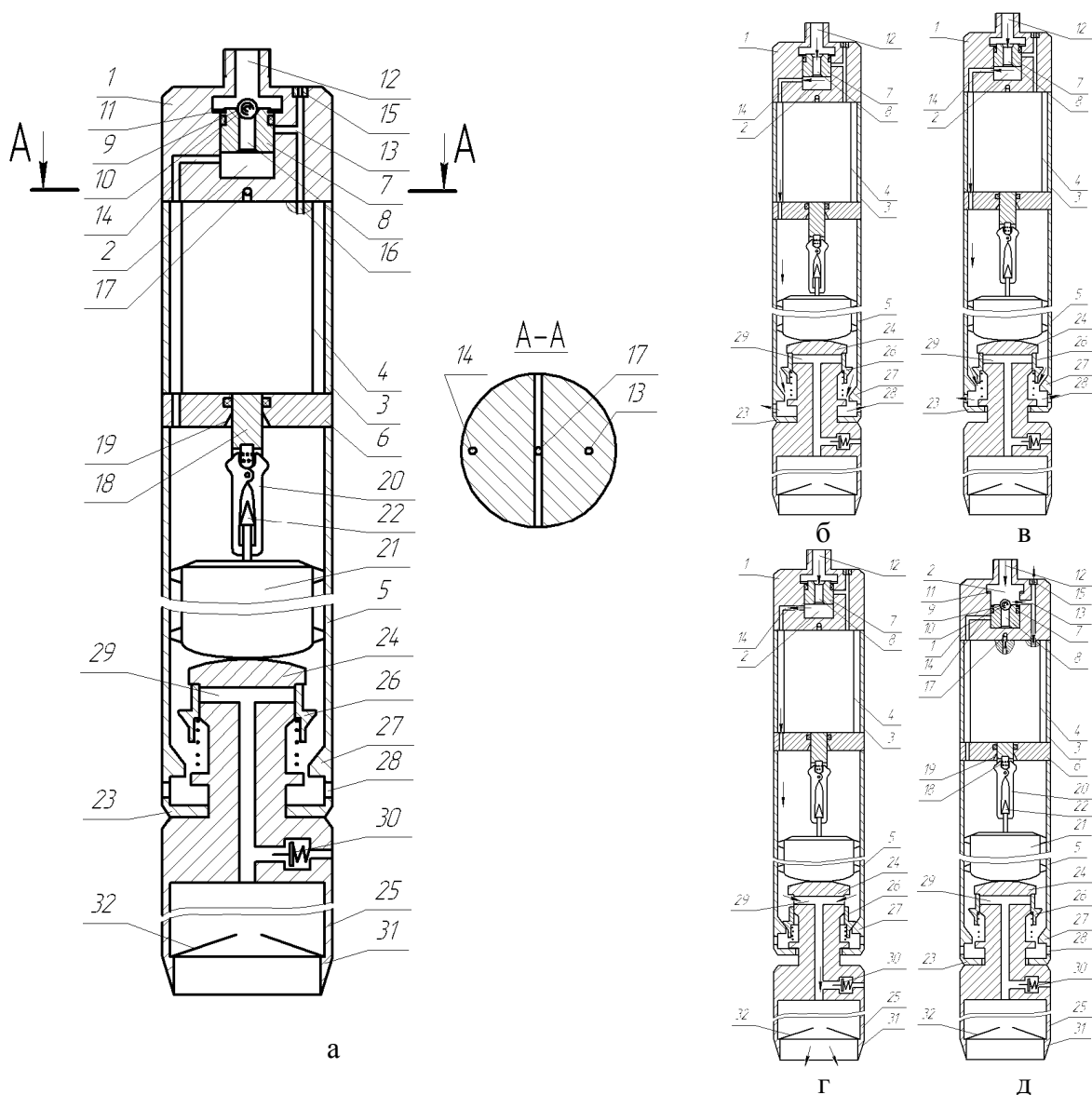


Рис. 4. Конструкция и принцип действия забивного пробоотборника:

1 – распределительный переходник; 2 – камера; 3 – кожух; 4 – корпус гидродвигателя; 5 – корпус ударного узла; 6 – перегородка; 7 – поршень; 8 – канал; 9 – седло; 10 – пусковой клапан; 11 – штифты; 12, 13, 14 – каналы; 15 – дроссельная втулка; 16 – входная полость гидродвигателя; 17 – выхлопной канал гидродвигателя; 18 – шток гидродвигателя; 19 – коническая поверхность; 20 – захваты; 21 – боёк; 22 – коническая головка; 23 – нижний переходник; 24 – наковальня; 25 – колонковая (керноприёмная) труба; 26 – кольцевой клапан-золотник; 27 – седло; 28 – отверстия; 29 – канал в наковальне; 30 – обратный клапан; 31 – башмак; 32 – кернорватель.

Поршень 7 перемещается в крайнее нижнее положение, перекрывая канал 14 и открывая канал 13. Таким образом, полость корпуса 5 отделяется от источника давления, и жидкость поступает во входную полость 16 гидродвигателя, приводя его в действие. При работе гидродвигателя шток 18 осуществляет возвратно-поступательное движение, а отработанная жидкость из гидродвигателя выходит в скважину через канал 17. При перемещении вверх шток 18 захватами 20 поднимает боёк 21 над наковальней 24. При взаимодействии захватов 20 с конической поверхностью 19 перегородки 6 боёк 21 освобождается, после чего он под действием собственного веса движется вниз и наносит удар по наковальне 24. Под действием удара колонковая труба 25 углубляется в грунт. Керн поступает в её полость, отжимая в стороны лепестка кернорвателя 32. Жидкость из полости колонковой трубы 25 вытесняется в скважину через обратный клапан 30. При перемещении штока 18 вниз захваты 20 опять соединятся

с конической головкой 22 бойка 21. При этом верхняя часть пробоотборника за счёт усилия подачи перемещается вниз до упора переходником 23 в верхнюю часть колонковой трубы 25. После этого цикл работы повторяется. Параметры гидродвигателя подбираются таким образом, чтобы на своем ходу вниз шток 18 не догнал боёк 21, а соединился захватами 20 с конической головкой 22 только после нанесения удара.

По завершении рейса подачу жидкости прекращают. Бурильную колонну вместе с забивным пробоотборником поднимают на поверхность, при этом кернорватель 32 удерживает в колонковой трубе 25 отобранную пробу.

Для определения эффективности предложенных конструкций гидроударного бурового снаряда и забивного пробоотборника была проведена оценка механической скорости бурения при их использовании.

Для усовершенствованного гидроударного бурового снаряда (шифр ПБС–110М), проведено моделирование процесса погружения в грунт для нескольких схем возможных компоновок низа бурильной колонны (рис. 5).

В двух первых компоновках (рис. 5а, б) ПБС–110М отделён от бурильной колонны разъединителем, который обеспечивает его свободное заглубление в грунт без взаимодействия с бурильными трубами. Отличие заключается в лишь конструкции разъединителя, которая определяет значение дополнительной статической нагрузки, действующей на снаряд за счёт давления промывочной жидкости в бурильных трубах. В третьей компоновке (рис. 5в) со снарядом соединена вся колонна бурильных труб, а в четвёртой – разъединитель устанавливается в бурильной колонне на определённой глубине (рис. 5г). В этих двух схемах либо вся колонна, либо её секция выполняет функции динамического утяжелителя, имеющего возможность ударного взаимодействия со снарядом. Разъединители, используемые в последней компоновке, могут иметь конструкцию, соответствующую как первой, так и второй компоновкам.

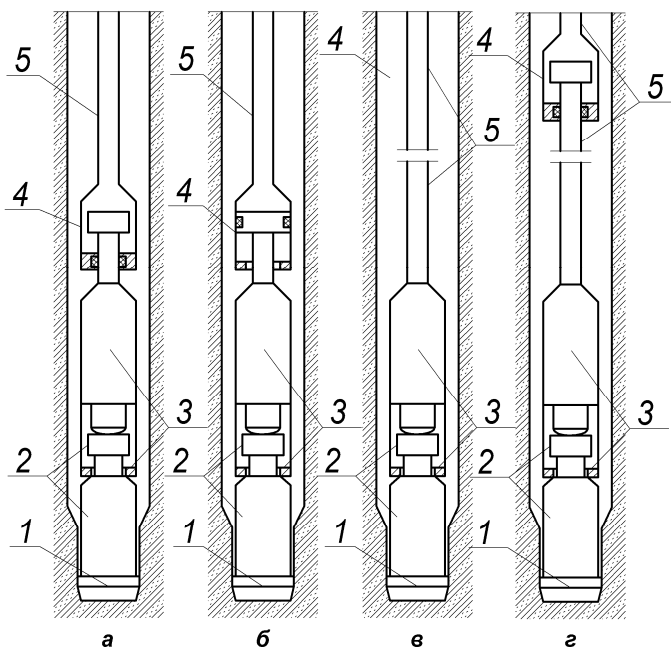


Рис. 5. Схемы возможных компоновок низа бурильной колонны при использовании ПБС-110М: 1 – башмак, 2 – колонковый набор, 3 – гидродуарник, 4 – разъединитель, 5 – бурильные трубы.

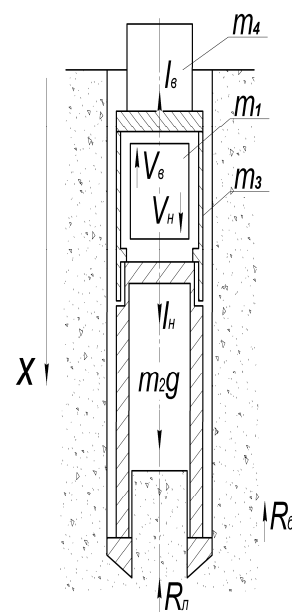


Рис. 6. Расчетная схема погружения ПБС-110М

Все четыре компоновки можно свести к расчетной схеме погружения гидроударного снаряда, который внедряется в грунт под действием ударов бойка массой  $m_1$ , имеющего скорости соударения с наковальной  $V_b$  и  $V_n$ , соответствующие ударным импульсам  $I_b$  и  $I_n$  (рис. 6). Подвижная относительно гидродуарника колонковая труба рассматривается как перемещающее-

ся в процессе работы тело массой  $m_2$ . При использовании динамического утяжелителя, роль которого играет бурильная колонна (или её часть), в систему добавляется тело массой  $m_4$ , жестко связанное с корпусом гидроударника массой  $m_3$ , который установлен с возможностью ударного взаимодействия с колонковой трубой. Кроме того, в расчётную схему добавляются силы, обусловленные давлением жидкости в бурильных трубах и снаряде, величина которых зависит от компоновки. При этом реакция грунта описывалась чистопластической моделью.

Моделирование процесса бурения проводилось для двух режимов работы гидроударника: с ударами по обеим наковальням (двухударный режим) и с ударом только по нижней наковальне, когда удар вверх гасится за счёт гидроторможения (одноударный режим). Компьютерное моделирование проводилось для снаряда без насосного блока, весовые параметры которого соответствуют прототипу – снаряду ПБС–110 [4, 6, 7] (масса снаряда – 141 кг, масса колонкового набора – 36 кг, масса бойка – 35 кг), при этом предупредительная скорость бойка составляла до 2,1 м/с, рабочее давление 2,5–3 МПа. Лобовое сопротивление внедрению снаряда принималось в пределах 30–110 кН, что соответствует условиям Чёрного и Азовского морей. При моделировании менялась масса динамического утяжелителя – нижней части бурильной колонны (диаметром 50 мм и 73 мм) между разъединителем и корпусом гидроударника, а также глубина моря и глубина скважины. Примеры результатов моделирования приведены на рис. 7 и в табл. 1.

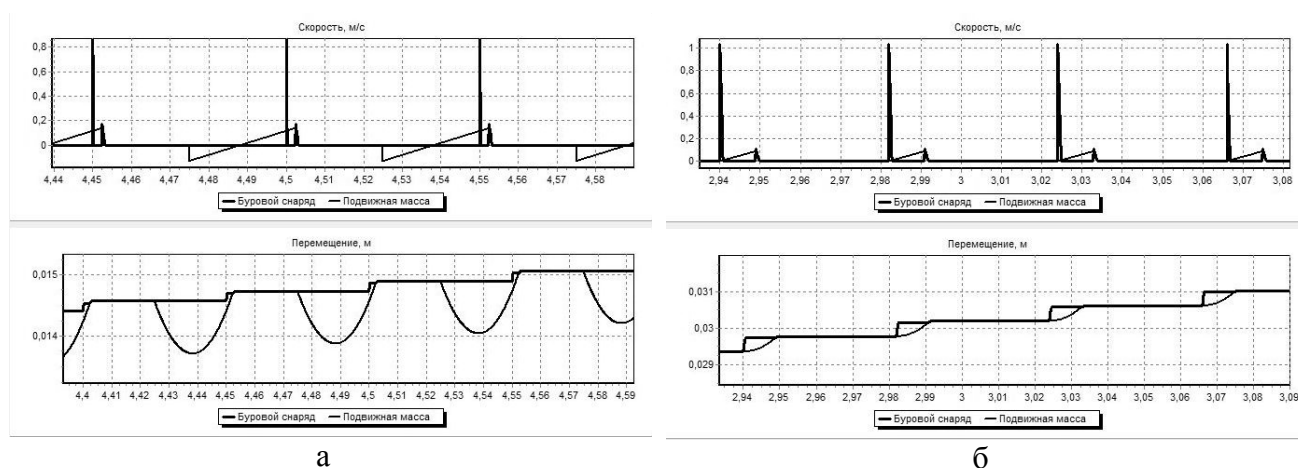


Рис. 7. Пример моделирования перемещения бурового снаряда: а – при двухударном режиме работы гидроударника; б – при одноударном режиме работы гидроударника.

Таблица 1 – Механическая скорость бурения в зависимости от длины части бурильной колонны, выполняющей функцию динамического утяжелителя (для компоновки по рис. 5в, сопротивление забоя 80/110 кН).

Длина колонны, м	Механическая скорость бурения, м/мин	
	Диаметр труб – 50 мм	Диаметр труб – 73 мм
20	0,37 / 0,27	0,36 / 0,27
50	0,48 / 0,34	0,53 / 0,36
80	0,49 / 0,35	0,54 / 0,37
110	0,51 / 0,37	0,59 / 0,39

Анализ результатов моделирования процесса бурения усовершенствованным гидроударным буровым снарядом позволяет сделать следующие выводы.

1. Для предложенной схемы ГБС двухударный режим погружения является более эффективным, чем одноударный (в отличие от ПБС-110). Расчёты показывают, что механическая скорость бурения при двухударном режиме не менее чем на 20-25% больше, чем при одноударном режиме. Это объясняется большей амплитудой перемещения динамического утяже-

лителя и, соответственно, большей энергией его соударения с колонковым набором, который остаётся в постоянном контакте с забоем.

2. Из рассмотренных компоновок худшие результаты показывает компоновка, выполненная по схеме рис. 5в, что объясняется отсутствием действующего на снаряд дополнительного усилия, обусловленного давлением жидкости в бурильных трубах. При этом использование более тяжелых труб (с разницей в весе 1 метра почти в два раза) не оказывает существенного эффекта: при сопротивлении забоя 110 кН механическая скорость бурения увеличивается на 5-7%, в менее твердых породах (сопротивление забоя 80 кН) эта разница составляет 10-14%.

3. Лучшие результаты в общем случае могут быть достигнуты при использовании компоновки, выполненной по схеме рис. 5г. При этом имеет смысл ограничивать длину бурильной колонны между гидроударником и разъединителем во избежание её поперечных перемещений и деформаций при работе, ухудшающих, в целом, эффективность всей ударной системы. Поэтому целесообразно вместо этой секции бурильных труб устанавливать УБТ равной массы, величина которой определяется из условия максимума механической скорости бурения.

4. Использование разъединителя по схеме рис. 5б должно обеспечивать лучшие результаты по сравнению со схемой рис. 5а. Однако увеличение площади поршня разъединителя сверх определённых пределов может оказывать существенное влияние на работу гидроударника.

Для усовершенствованной схемы забивного пробоотборника при варьировании масс бойка (20, 35 и 50 кг) и длин колонкового набора (1–3 м) также проведено моделирование процесса бурения и определена возможная механическая скорость бурения в породах различной крепости при частоте ударов 4 Гц и скорости движения бойка 3–5 м/с (случай использования силовой пружины, разгоняющей боёк). При этом реакция грунта описывалась чистопластической моделью. Начальная скорость колонкового набора после удара определялась как по классической теории удара (с использованием коэффициента восстановления скорости  $k$ ), так и по прикладной теории удара (с учётом волновых явлений и использованием коэффициента передачи удара) [14, 15]. При этом процесс внедрения колонкового набора в грунт рассматривался без учёта динамического воздействия на него корпуса пробоотборника в промежутках между ударами.

Некоторые результаты моделирования и расчётов, оформленные в виде графиков изменения механической скорости бурения в зависимости от сопротивления забоя, приведены на рис. 8. Полученные данные показывают важность определения применимости той или иной теории удара при анализе ударной системы забивного пробоотборника. В случае использования классической теории удара большое значение имеет определение реального коэффициента восстановления скорости бойка, поскольку величины механической скорости бурения могут очень сильно отличаться друг от друга. Худшие результаты получаются при использовании гипотезы неупругого удара ( $k=0$ ), лучшие – при упругом ударе ( $k=1$ ). Поэтому использование классической теории можно рекомендовать для случаев, когда значение  $k$  заранее известно. В противном случае, необходимо пользоваться методикой [12], рассчитывая коэффициент передачи удара для конкретных параметров ударной системы. Следует отметить, что для нашего случая, расчёты, выполненные с использованием этого коэффициента, дают результаты, более близкие к упругому удару.

Анализ результатов моделирования процесса бурения усовершенствованным забивным пробоотборником с гидравлическим приводом позволяет сделать следующие выводы.

1. Усовершенствованный забивной пробоотборник при прочих равных условиях может обеспечивать значительно лучшие показатели по сравнению с ПБС-110 [6, 7], особенно при отборе проб в твёрдых грунтах, несмотря на то, что частота ударов забивного пробоотборника в среднем в пять раз меньше чем в снаряде ПБС-110.

2. При равных массах бойка (35 кг) забивной пробоотборник в твёрдых грунтах может обеспечивать в 2-3 раза большую механическую скорость бурения по сравнению с используемым снарядом ПБС-110. Для этого скорость бойка должна быть в пределах 4-5 м/с. При скорости бойка 3 м/с расчётные данные для забивного пробоотборника показывают более скромный прирост механической скорости бурения (не более 20-25%) по сравнению с ПБС-110.



3. Рациональная длина колонкового набора (при массе бойка 35 кг) составляет от 2 до 4 м, при этом механическая скорость бурения изменяется незначительно (однако колонковые наборы длиной более 3 м практически не используются при реализации технологии поинтервального бурения). А при использовании более короткого колонкового набора (в пределах 1 м) механическая скорость может снижаться примерно на 20%.

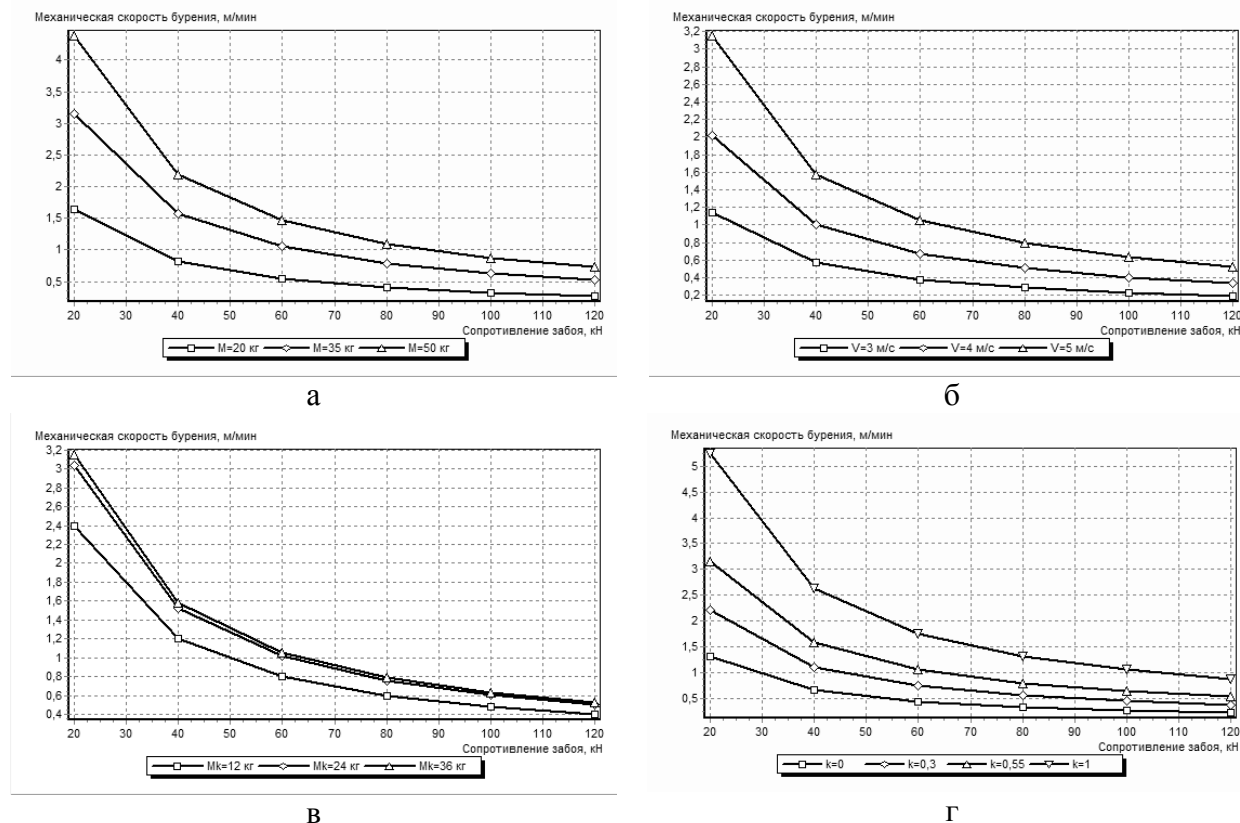


Рис. 8. Графики зависимости механической скорости бурения от величины сопротивления забоя внедрению при варьировании:

а – массы бойка (скорость соударения 5 м/с); б – скорости соударения бойка с наковальней (масса бойка 35 кг); в – массы колонкового набора (масса бойка 35 кг, скорость соударения 5 м/с); г – коэффициента восстановления скорости при ударе (масса бойка 35 кг, скорость соударения 5 м/с).

Полученные результаты моделирования процесса бурения дают нам основание утверждать о перспективности использования усовершенствованных конструкций гидроударного бурового снаряда и забивного пробоотборника с гидравлическим приводом при реализации технологии поинтервального бурения геотехнических скважин с самоподъёмных буровых установок (СПБУ). Эти конструкции также могут быть рекомендованы и для использования на специализированных буровых судах типа «Диорит».

#### Список литературы

1. Калиниченко, О. И. Разработка погружных гидроударных снарядов для бурения подводных разведочных скважин со специализированных плавсредств / Калиниченко О.И., Каракозов А.А., Зыбинский П.В., Парфенюк С.Н. // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения / Сборник научных трудов. – Вып. 8 – Киев: ИСМ им. В.Н. Бакуля, ИПЦ АЛКОН НАНУ, 2005. – С. 92-95.
2. Колонковый снаряд. Патент на корисну модель № 13609 UA МПК(2006) E21B 21/00, 25/00, 25/18 / Каракозов А.А., Калініченко О.І., Зибінський П.В., Опубл. 17.04.2006, Бюл. №4.
3. Колонковый снаряд. Патент на винахід № 81016 UA МПК(2006) E21B 21/00, E21B 25/00 / Каракозов А.А., Калініченко О.І., Зибінський П.В., Опубл. 26.11.2007, Бюл. №19.

4. Калиниченко, О. И. Гидроударные буровые снаряды и установки для бурения скважин на шельфе / О. И. Калиниченко, П. В. Зыбинский, А. А. Каракозов. – Донецк : «Вебер» (Донецкое отделение), 2007. – 270 с.
5. Колонковый снаряд. Патент на корисну модель № 31821 UA МПК(2006) E21B 21/00, E21B 25/00 / Калініченко О.І., Каракозов А.А., Зибінський П.В., Опубл. 25.04.2008, Бюл. №8.
6. Каракозов, А. А. Совершенствование технических средств и технологий отбора проб грунта при бурении геотехнических скважин с плавучих самоподъёмных установок на шельфе Чёрного моря / А.А. Каракозов, О.И. Калиниченко, П.В. Зыбинский, С.Н. Парфенюк, А.В. Хохуля, П.Л. Комарь // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения / Сборник научных трудов. – Вып. 11 – Киев: ИСМ им. В.Н. Бакуля, ИПЦ АЛКОН НАНУ, 2008. – С. 66–74.
7. Каракозов, А. А. Оценка влияния компоновки низа бурильной колонны на механическую скорость бурения скважин гидроударными снарядами при отборе проб донных отложений // Наукові праці ДонНТУ, Серія «Гірничо-геологічна». Випуск 7(135). – Донецьк, ДонНТУ, 2008. – С. 130–135.
8. Калиниченко, О. И. Установки для бесколонного бурения скважин на морских акваториях: Монография / Калиниченко О.И., Хохуля А.В., Зыбинский П.В., Каракозов А.А. – Донецк: Донбасс, 2013. – 163 с.
9. Колонковый снаряд. Патент на корисну модель № 81274 UA МПК(2013.01) E21B 21/00 25/00 / Каракозов А.А., Рязанов А.М., Парфенюк С.М., Титенок Н.І, Опубл. 25.06.2013, Бюл. №12.
10. Каракозов, А. А. Анализ рабочего цикла забивного пробоотборника с гидравлическим приводом / А. А. Каракозов, А. Н. Рязанов, В. И. Пилипец // Совершенствование техники и технологии бурения скважин на твердые полезные ископаемые. Выпуск 21. – Екатеринбург: УГГА, 1998. – С.170-177.
11. Пробовідбирач. Деклараційний патент № 51070 UA МПК(2006) E21B 25/18 / Каракозов А.А., Калініченко О.І., Рязанов А.М., Русанов В.А., Юшков І.О., Опубл. 15.11.2002, Бюл. №11.
12. Рязанов, А. Н. Теоретические исследования забивного пробоотборника с разжимающейся на рабочем ходе бойка пружинной / А. Н. Рязанов, О. В. Середа // Наукові праці ДонНТУ, Серія «Гірничо-геологічна». Випуск 14(181). – Донецьк, ДонНТУ, 2011. – С. 48–53.
13. Пробовідбірник. Патент на корисну модель № 76613 UA МПК(2013.01) E21B 25/18 / Каракозов А.А., Рязанов А.М., Зибінський П.В., Парфенюк С.М., Опубл. 10.01.2013, Бюл. №1.
14. Тарг, С. М. Краткий курс теоретической механики. – М. : Высшая школа, 1986. – 416 с.
15. Александров, Е. В. Прикладная теория и расчёты ударных систем / Е. В. Александров, В. Б. Соколинский. – М. : Наука, 1969. – 201 с.

## **РАЗРАБОТКА ОДНОСЛОЙНЫХ КОРОНОК, АРМИРОВАННЫХ СИНТЕТИЧЕСКИМИ АЛМАЗНЫМИ МОНОКРИСТАЛЛАМИ С ПОВЫШЕННОЙ ТЕРМОСТОЙКОСТЬЮ**

*А. А. Каракозов, М. С. Попова, Донецкий национальный технический университет, Украина  
Р. К. Богданов, А. П. Загора, Институт сверхтвёрдых материалов им. В.Н. Бакуля НАН  
Украины*

Приведены результаты аналитических и экспериментальных исследований однослойных алмазных коронок, оснащённых синтетическими монокристаллами с повышенной термостойкостью, синтезированными в ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины.

Потребность геологоразведочной отрасли в эффективном породоразрушающем инструменте для колонкового бурения и успешные результаты исследований в области синтеза