

мум однієї робочої ставки у відділі. Заощадження коштів за заробітною платою у межах шахти скласти з нарахуваннями від 15 до 20 тисяч гривень на рік.

### Бібліографічний список

1. Воробйов С.О., Набокова В.В., Козиренко В.Н. Електронні плани гірничих виробок для вугільної промисловості // Горная геология, геомеханика и маркшейдерия. Сб. научных трудов. — Донецк, 2004. — С. 500–506.
2. Офіційний вісник України. № 13. — Київ: „Логос”, 2001. — 382 с.
3. Маркшейдерські роботи на вугільних шахтах та розрізах: Інструкція / Редкоміс.: М.Є.Капланець (голова) та ін. — Донецьк: ТОВ „Алан”, 2001. — 264 с.
4. [www.consistent.ru/soft/Consistent\\_Software/RasterArts/RasterDesk\\_6.html](http://www.consistent.ru/soft/Consistent_Software/RasterArts/RasterDesk_6.html) rasterdesk
5. <http://partnerproducts.autodesk.com/compatiblewith/map.asp> AUTODESK MAP
6. [www.cadsofttools.com](http://www.cadsofttools.com) – cadimage

© Пілюгин В.І., 2005

УДК 622.24.085

Канд. техн. наук КАРАКОЗОВ А.А. (ДонНТУ)

### ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ БУРОВЫХ СНАРЯДОВ НА ПРОЦЕСС ИХ ПОГРУЖЕНИЯ В ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПРИ БУРЕНИИ РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН НА ШЕЛЬФЕ

В настоящее время при бурении разведочных скважин глубиной до 50 м в донных грунтах песчано-глинистого комплекса широко используются гидроударные буровые снаряды (ГБС), входящие в состав погружных установок однорейсового (ПУВБ-150, УГВП-150/8, УГВП-130/8) и многорейсового (УГВП-130МБ, УМБ-130) бурения [1–3].

Несмотря на довольно широкое распространение и использование этих технических средств, при их проектировании основное внимание уделяется гидроударному приводу. Ударная система проектируется или на основании упрощённых зависимостей процесса погружения снаряда в грунт, или зависимостей, не в полной мере отражающих как особенности процесса бурения, так и такие конструктивные особенности буровых снарядов, как наличие насосного блока [4, 5]. Ранее отмечалось, что такой подход в большинстве случаев не обеспечивает эффективную работу бурового снаряда в целом, даже если гидроударник обеспечивает максимальные энергетические показатели, и предлагались новые конструктивные схемы ударных систем ГБС [6].

Целью настоящей статьи является сравнительный анализ процесса погружения буровых снарядов в рыхлые донные отложения для оценки влияния их конструктивных особенностей, в частности — наличия насосного блока для создания обратной промывки в полости керноприёмной трубы. При этом ограничимся рассмотрением случая погружения в грунт чистопластической модели. Процесс ударного взаимодействия элементов бурового снаряда рассматривается с позиции классической теории удара. Возможность использования такого подхода достаточно полно обоснована как в теории ударного бурения грунтов [7], так и в теории погружения свай и вполне может быть применена в нашем случае при определённых соотношениях линейных и поперечных размеров ударной системы.

На рис. 1 представлены расчётные схемы погружения буровых снарядов. И в том и в другом случае погружение осуществляется за счёт ударов, которые наносятся

бойком массой  $m_1$ , имеющим в момент соударения с наковальнями скорость  $V_n$  (при ходе вниз) и  $V_b$  (при ходе вверх). При этом ударные импульсы  $I_b$  и  $I_n$  поочередно передаются на колонковый набор массой  $m_2$  (с учётом массы корпусных деталей). При погружении снаряда в грунт преодолеваются силы бокового  $R_b$  и лобового  $R_n$  сопротивлений. Направление действия силы бокового сопротивления на схеме показано для положительных значений скорости движения бурового снаряда. При отрицательных значениях скорости направление действия  $R_b$  меняется на противоположное.

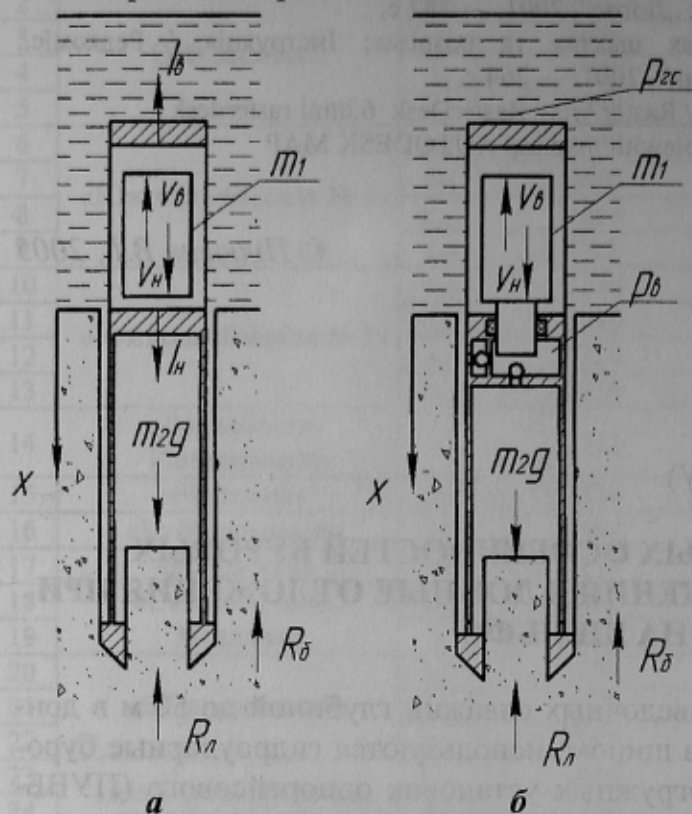


Рис. 1. Расчетная схема погружения буровых снарядов: *a* — без насосного блока; *б* — с насосным блоком

В расчётных схемах и их математических моделях приняты следующие допущения: колонковый набор представляет собой абсолютно твёрдое тело; удар является мгновенным, не вполне упругим; грунт в скважине неподвижен; между боковыми поверхностями башмака и грунтом действуют силы сухого трения; лобовое сопротивление грунта постоянно; силами сопротивления по поверхности колонковых труб пренебрегаем из-за их малых величин вследствие циркуляции жидкости в зазорах между поверхностями труб и грунтом.

При данных допущениях рассматриваются кусочно-линейные системы, для исследования которых может быть применён известный метод припасовывания. Данный метод реализован в специальной программе компьютерного моделирования погружения буровых снарядов в грунт, разработанной автором статьи. Данная программа позволяет моделировать поведение различных ударных систем с одинарными и двойными колонковыми наборами и утяжелителями на протяжении заданного периода времени. Выходными данными являются скорость и перемещение бурового снаряда, а также механическая скорость бурения. Эти данные выводятся на три масштабируемых виртуальных осциллографа (рис. 2), позволяющих получать увеличенные фрагменты кривых изменения контролируемых величин.

Во второй схеме имеется насосный блок, вытеснительный элемент которого связан с бойком. Насосный блок служит для создания обратной промывки путём откачки жидкости из полости керноприёмной трубы в скважину. Поэтому в данной схеме учитывается дополнительное усилие, действующее на снаряд при ходе бойка вверх. Это усилие обусловлено действием гидростатического давления  $p_{zc}$  при падении давления в полости керноприёмной трубы до величины  $p_b$  за счёт отрыва вытеснительного элемента насосного блока от жидкости. Как установлено исследованиями [8, 9], в уже упомянутых ранее буровых снарядах при глубинах моря до 50–60 м под вытеснительным элементом всегда будет образовываться кавитационная полость, причём даже при частичном заполнении колонковой трубы эта полость будет существовать на всём протяжении цикла всасывания жидкости в насосный блок.

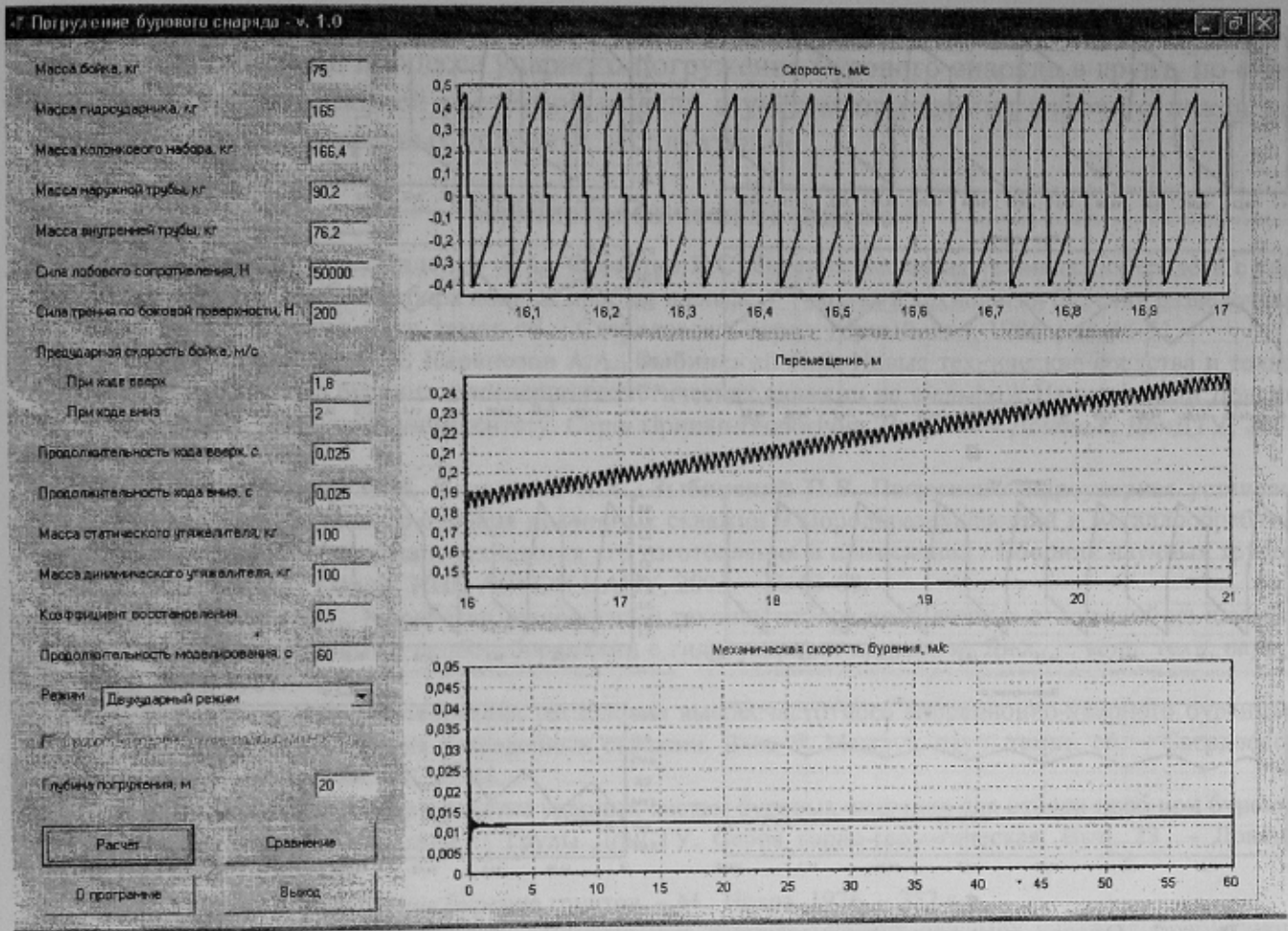


Рис. 2. Пример окна программы компьютерного моделирования погружения буровых снарядов в грунт

На рис. 3 представлены кривые изменения скорости погружения бурового снаряда общей массой 332 кг в донные отложения. Масса бойка составляет 75 кг. Предударные скорости бойка и частота ударов соответствуют исходным данным, приведенным на рис. 2. В случае бурового снаряда с насосным блоком расчёт проведен для глубины моря 20 м (рис. 3 б, г). Усилия лобового сопротивления внедрению снаряда принимались равными 20 и 50 кН, что для снарядов установок УМБ-130 соответствует плотным илам или суглинкам и песчаным грунтам. Расчёты проводились для условий однорейсового бурения с допущением, что кавитационная полость в насосном блоке существует на всём протяжении цикла всасывания (идеальный случай с точки зрения погружения бурового снаряда). Положительные значения скорости соответствуют движению снаряда вниз, отрицательные — движению вверх.

Анализ полученных данных показывает, что наличие насосного блока качественно не изменяет картину погружения бурового снаряда в грунт. Однако наличие дополнительного усилия, действующего на снаряд при работе насосного блока, даёт положительный эффект, особенно при бурении мягких грунтов. Максимальная скорость погружения бурового снаряда при глубине моря 20 м увеличивается на 17%. Углубка за установленный период времени и механическая скорость бурения увеличиваются примерно на 40–50%.

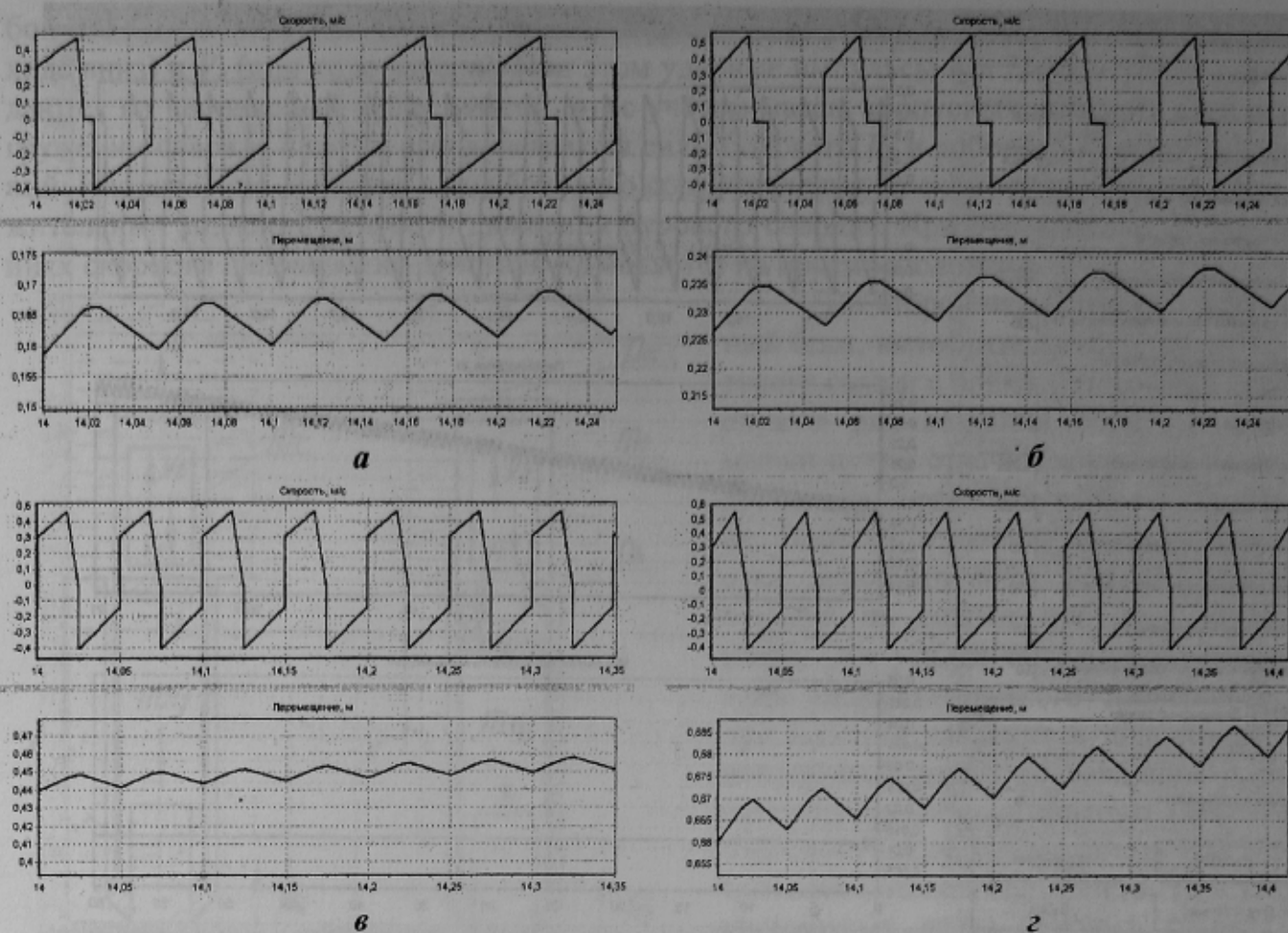


Рис. 3. Виртуальные осциллограммы погружения бурового снаряда в грунт: а, в — для схемы рис. 1, а, соответственно, при  $R_{л}=50$  кН и 20 кН; б, г — для схемы рис. 1, б, соответственно, при  $R_{л}=50$  кН и 20 кН.

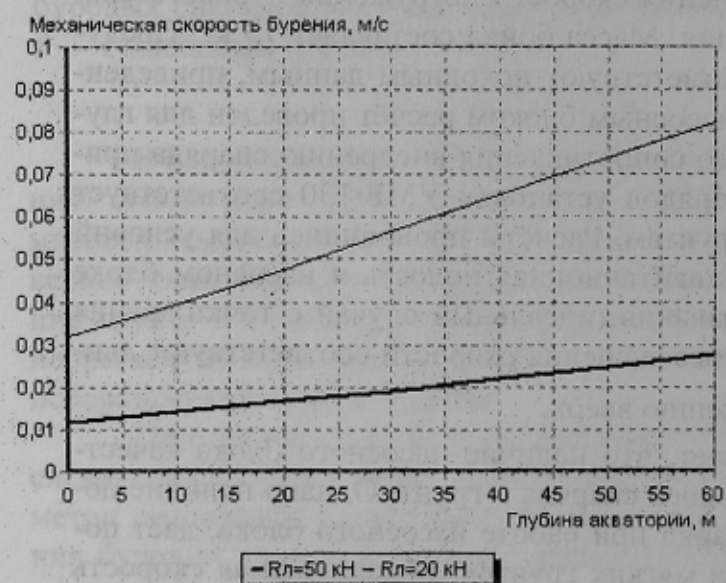


Рис. 4. Графики зависимости изменения механической скорости бурения от глубины моря

На рис.4 показаны теоретические графики возможного изменения механической скорости бурения в зависимости от глубины моря для буровых снарядов, оснащённых насосным блоком. Графики построены для усилий лобового сопротивления внедрению снаряда 20 и 50 кН при прочих равных условиях. Из графиков видно, что при увеличении глубины моря с 20 до 60 м механическая скорость бурения в идеале может увеличиваться в 1,6 раза для плотных грунтов и в 1,75 раза для слабых грунтов. По сравнению с расчётной схемой без учёта действия насосного блока механическая скорость бурения увеличивается в 2,3–2,5 раз. Эти значения получены для условий, близких к идеальным. В реальных условиях необходимо оценивать время существования кавитационной полости в насосном блоке.

Таким образом, влияние работы насосного блока должно обязательно учитываться при описании процесса ударного погружения бурового снаряда в грунт, но с дополнительной коррекцией расчётной модели с учётом протекания рабочего цикла насосного блока в конкретных условиях эксплуатации.

### Библиографический список

1. Неудачин Г.И., Чаленко А.А., Фоменко В.С. Опыт применения технических средств с гидравлическим приводом для отбора донных проб на шельфе // Техника и технология бурения разведочных скважин. Вып. 9. Межвуз. науч. темат. сб. – Свердловск: Свердл. горный ин-т, 1986. – С. 46-51.
2. Калиниченко О.И., Каракозов А.А., Зыбинский П.В. Новые технические средства и технология поинтервального бурения инженерно-геологических скважин на шельфе // Наукові праці Донецького державного технічного університету. Серія гірничо-геологічна. Вип. 36. – Донецьк, ДонДТУ, 2001. – С. 144-148.
3. Калиниченко О.И., Каракозов А.А., Зыбинский П.В. Погружная гидроударная установка УМБ-130 для многорейсового бурения подводных скважин // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения / Сборник научных трудов. – Киев: ИСМ им. В.Н.Бакуля, ИПЦ АЛКОН НАНУ, 2003. – С. 63-68.
4. Фоменко В.С. Разработка технологии и техники отбора проб донных отложений на шельфовой зоне морей колонковыми пробоотборниками с гидроударным приводом: Дисс. ... канд. техн. наук. – Донецк, ДПИ, 1987. – 244 с.
5. Равилов И.В. Исследование технологии высокочастотного вибрационно-ударного бурения // Техника и технология бурения разведочных скважин. Вып. 9. Межвуз. науч. темат. сб. – Свердловск: Свердл. горный ин-т, 1986. – С. 52-58.
6. Каракозов А.А. О разработке ударных систем буровых снарядов для отбора проб при бурении разведочных скважин на шельфе // Труды ДонГТУ. Серия горно-геологическая. Вып. 23 – Донецк, ДонГТУ, 2000. – С. 72-76.
7. Ребрик Б.М. Ударное бурение грунтов. – М.: Недра, 1976. – 232 с.
8. Русанов В.А. Обоснование рациональных технологических режимов ударно-вибрационного бурения подводных скважин: Дисс. ... канд. техн. наук. – Донецк, ДонГТУ, 1999. – 150 с.
9. Калиниченко О.И. Развитие научных основ создания погружных гидроударных снарядов и установок для однорейсового бурения скважин на морском шельфе: Дисс. ... докт. техн. наук. – Донецк, ДонНТУ, 2002. – 371 с.

© Каракозов А.А., 2005