

$$\gamma = 2 \operatorname{arctg} \frac{r}{p - CC'}, \quad (16)$$

где p — полупериметр:

$$p = \frac{1}{2}(AC + AD + CC'), \quad (17)$$

а r — радиус вписанной в треугольник окружности:

$$r = \sqrt{\frac{(p - AC)(p - AD)(p - CC')}{p}}. \quad (18)$$

Учитывая изложенное, предлагается в практической и учебной работе вычислять необходимое число циклов искусственного искривления в следующей последовательности: формулы (1–9), затем (13–15), (17–18), (16) и (12). Окончательно число циклов

$$n = \frac{\Delta\theta}{\Delta\varphi}. \quad (19)$$

Изложенное относится и к рассмотренному в [1] случаю выкручивания скважины, когда необходимо не увеличивать, а уменьшать ее зенитный угол.

Библиографический список

1. Сулакшин С.С., Кривошеев В.В., Рязанов В.И. Решение геологотехнических задач при направленном бурении скважин: Справочное пособие. — М.: Недра, 1989. — 167 с.

© Юшков А.С., 2001

УДК 622.24.085

КАРАКОЗОВ А.А. (ДонГТУ)

О РАЗРАБОТКЕ УДАРНЫХ СИСТЕМ БУРОВЫХ СНАРЯДОВ ДЛЯ ОТБОРА ПРОБ ПРИ БУРЕНИИ РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН НА ШЕЛЬФЕ

При бурении морских разведочных скважин наиболее представительные образцы проб в нескольких породах отбираются снарядами с ударным способом погружения керноприемной трубы в грунт. Для разработки новых эффективных конструкций пробоотборников необходимо выбирать наиболее выгодную схему ударной системы, которая будет определять параметры приводной части оборудования. В то же время структура ударной системы должна выбираться с учетом требований к технологии бурения, глубине опробования, качеству кернового материала и др.

Проведенный анализ показал, что практически все ударные системы морских пробоотборников можно свести к трем принципиальным схемам (рис. 1).

Схема, представленная на рис. 1, а, соответствует забивным пробоотборникам, в которых керноприемная труба внедряется в грунт под действием ударов одного направления. Недостатком этой схемы является небольшая глубина опробования, поскольку по мере углубки керноприемной трубы в грунт весьма быстро растут силы трения по ее наружной и внутренней поверхностям. Это не только приводит к возникновению «свайного эффекта», но и требует значительных усилий для извле-

чения снаряда из грунта. Поэтому глубина опробования пробоотборниками такого типа обычно не превышает 1 м.

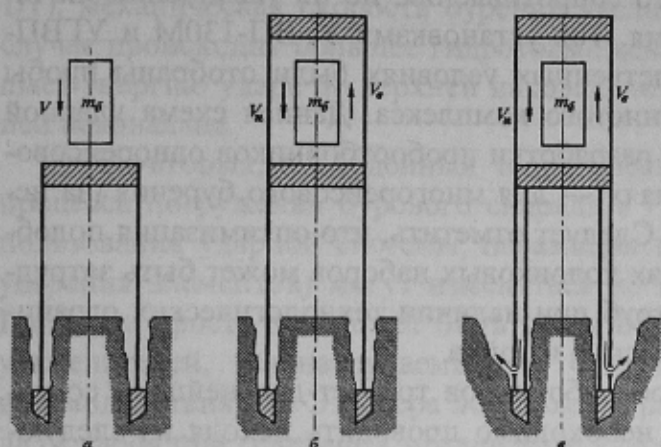


Рис. 1. Принципиальные схемы ударных систем морских пробоотборников: *а* — одноударная система; *б* — двухударная система с одинарным колонковым набором; *в* — двухударная система с двойным колонковым набором

К преимуществам этой ударной системы относится постоянный контакт башмака с грунтом, что позволяет отбирать пробы высокого качества. Кроме того, из-за ограниченных габаритов колонкового набора ударные системы этого типа достаточно легко оптимизировать. Рассматриваемая схема ударной системы может быть рекомендована для создания эффективных забивных пробоотборников для поинтервального отбора проб при бурении неглубоких инженерно-геологических скважин на шельфе [1]. Для отбора проб большей длины (до 3–4 м) данный тип ударных систем может быть

рекомендован только при использовании специальных технических средств, обеспечивающих промывку в полости керноприемной трубы и как следствие — снижение сил трения по ее внутренней поверхности.

Схемы, представленная на рис. 1б и 1в, соответствуют пробоотборникам, в которых керноприемная труба внедряется в грунт под действием ударов двух направлений. Подобные пробоотборники в литературе получили название ударно-вибрационных. В пробоотборниках, имеющих ударные системы с одной керноприемной трубой (рис. 1б), по мере углубки скважины также быстро нарастают силы трения по внутренней и наружной поверхности керноприемной трубы. Однако из-за использования двунаправленных ударов возникает эффект снижения видимого коэффициента трения, что позволяет существенно повысить глубину опробования по сравнению со схемой рис. 1а при незначительном ухудшении качества керна. Кроме того, в разработанных в ДонГТУ по этой схеме гидроприводных пробоотборниках ПУВБ-150 [2] и ПГС-76 в полости керноприемной трубы осуществляется обратная промывка, способствующая снижению сил трения керна о трубу. Сама ударная система также может быть достаточно легко оптимизирована, поскольку даже для диаметра бурения 150 мм масса колонкового набора при длине 4 м составляет примерно 70 кг.

Таким образом, подобная ударная система может быть рекомендована при разработке пробоотборников многорейсового бурения (особенно при технологии «Wire Line») скважин с глубиной опробования до 4 м при условии создания обратной промывки в полости керноприемной трубы. Для одорейсового бурения подобная схема может использоваться, но с точки зрения технологических факторов предпочтительнее применение пробоотборников, ударная система которых выполнена по схеме рис. 1в.

Отличием схемы рис. 1в является использование двойного колонкового набора, по кольцевому зазору которого на забой подается жидкость, размывающая стенки скважины. По такой схеме выполнялись пробоотборники установок УГВП-130 и УГВП-150 [3]. При использовании данной конструктивной схемы обеспечиваются

минимальные силы сопротивления по боковой поверхности пробоотборника при внедрении его в грунт (при наличии обратной промывки в керноприемной трубе). Хотя при этом возрастают силы лобового сопротивления, но их увеличение значительно не влияет на глубину опробования. Так установками УГВП-130М и УГВП-150 еще в конце 80-х годов в производственных условиях были отобраны пробы длиной до 10 м в породах песчано-глинистого комплекса. Данная схема ударной системы может быть рекомендована для разработки пробоотборников однорейсового бурения скважин, и в некоторых случаях — для многорейсового бурения (за исключением вставных пробоотборников). Следует отметить, что оптимизация подобной ударной системы при больших длинах колонковых наборов может быть затруднена из-за большой массы колонковых труб при наличии технологических ограничений к массе гидроударника, а соответственно и бойка.

Создание новых эффективных пробоотборников требует дальнейшего совершенствования ударных систем, которое необходимо проводить исходя из следующих предпосылок.

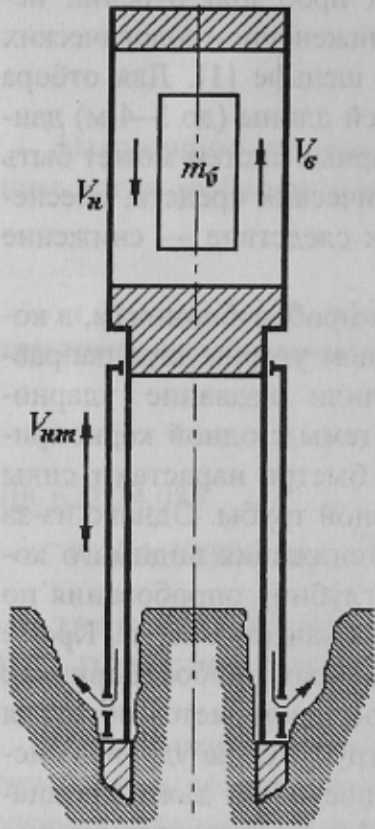


Рис. 2. Схема усовершенствованной ударной системы

Во-первых, при эксплуатации гидроприводных пробоотборников, ударные системы которых выполнены по схемам 1б и 1в, гидродвигатель традиционно настраивается таким образом, что обеспечивает равенство скоростей движения бойка при его движении вверх и вниз. Тем самым поддерживается симметричный цикл двухударного погружения снаряда в грунт (по аналогии с вибрационным погружением). Если эта мера выполняет положительную роль в устройствах по схеме рис. 1б, снижая силы трения по боковой поверхности, то при применении пробоотборников по схеме рис. 1в в симметричном цикле двухударного погружения нет необходимости. Поясним последнее на примере. По данным Б.М.Ребрика [4] и В.С.Фоменко [5] внедрение пробоотборника в грунт в различных породах песчано-глинистого комплекса за один удар колеблется в пределах 3–7 мм. Тогда при частоте ударов 20 Гц пробоотборник может быть забит в грунт на глубину 3,6–8,4 м за одну минуту. Но как показали наблюдения, выполненные автором при бурении скважин на шельфе о. Сахалин (районы работ Тихоокеанской инжиниринговой компании — Луньское и Пильтун-Астохское месторождения, залив Анива), реальная механическая скорость по песчано-глинистым породам составляла не более 0,8 м/мин.

Следовательно, из-за подскока снаряда над забоем при ударе бойка вверх резко снижается механическая скорость бурения, поскольку при последующем движении вниз пробоотборник не успевает внедряться в грунт на максимально возможную глубину за промежуток времени между двумя ударами. Предварительные расчеты показывают, что энергия ударов реализуется для заглубления пробоотборников в грунт не более чем на 20%.

Отсюда следует вывод, что для повышения эффективности работы пробоотборника, ударная система которого выполнена по схеме рис. 1в, следует ограничивать скорость бойка при соударении его с верхней наковальней. Проведенные в про-

изводственных условиях испытания показали, что при соотношении значений свободного хода бойка при движении вверх и вниз равном 1,5/3 (вместо традиционного 1/1), механическая скорость бурения увеличилась в пределах 1,1–1,3 раза. В этом случае происходит большее гидроторможение бойка при его ходе вверх, что уменьшает энергию удара по верхней наковальне по сравнению с энергией удара по нижней наковальне.

Во-вторых, проведенный теоретический анализ показал, что эффективность процесса погружения бурового снаряда в грунт может быть повышена за счет использования ударной системы, параметры которой (масса, жесткость, скорость соударения элементов) могут изменяться на протяжении рабочего цикла механизма. Наиболее просто это может быть реализовано при использовании дополнительных утяжелителей, устанавливаемых на буровом снаряде с возможностью ударного взаимодействия [6]. Эта мера позволяет ограничивать перемещение бурового снаряда от забоя при генерации механизмом ударов, направленных вверх, а затем использовать их энергию для погружения снаряда в грунт. Однако такое техническое решение может быть использовано только при однорейсовом бурении скважин, когда поперечные габариты верхней части бурового снаряда жестко не лимитированы. Кроме того, увеличивается общая масса снаряда и может снижаться его устойчивость.

Поэтому более предпочтительным является применение подвижных элементов двойного колонкового набора (внутренней или наружной трубы). Преимуществом такой системы является то, что в соударении с бойком при погружении в грунт участвует только одна из колонковых труб (активная часть колонкового набора), что позволяет легко подбирать рациональные параметры ударной системы и при больших длинах колонкового набора. Другая же труба (пассивная часть колонкового набора), перемещаясь вниз под действием собственного веса, наносит удар по башмаку, ограничивая подъем снаряда над забоем при ударе бойка вверх. Конструкция с подвижной внутренней колонковой трубой апробирована автором при разведочном бурении на шельфе Черного моря на участках работ ГПП «Причерноморгеология». Полученный положительный эффект — увеличение механической скорости бурения на 10–20% — свидетельствует о перспективности использования подобных ударных систем в морских пробоотборниках. В то же время результаты исследований показали, что более предпочтительным является использование подвижной наружной трубы (она обладает большей массой, ее перемещение не истирает керн и т.д.). Схема ударной системы с подвижной наружной колонковой трубой представлена на рис.2.

Выводы.

Применение ударного способа погружения пробоотборников в грунт является одним из эффективных способов отбора проб при бурении подводных скважин. Для достижения более высоких показателей бурения при разработке ударных систем следует использовать новые принципиальные схемы с периодически изменяющимися в процессе работы параметрами. Для проектирования двухударных систем гидроприводных пробоотборников следует использовать принцип взаимосвязанного регулирования параметров ударной системы и приводного гидродвигателя, заключающийся в определении параметров гидродвигателя, исходя из условий погружения активной части колонкового набора в грунт, и уточнении параметров пассивной части колонкового набора в зависимости от характеристик гидродвигателя и активной части.

Библиографический список

1. Рязанов А.Н. Разработка забивного пробоотборника для бурения инженерно-геологических скважин на шельфе: Дисс. ... канд. техн. наук. — Донецк: ДонГТУ, 1998. — 160 с.
2. Шелковников И.Г., Лукошков А.В. Технические средства подводного разведочного бурения и опробования. — Л.: ЛГУ, 1979. — 224 с.
3. Применение погружных автономных установок для однорейсового бурения подводных скважин / О.И. Калиниченко, А.В. Коломоец, Е.В. Квашин, А.А. Каракозов и др. // Серия «Техника и технология геологоразведочных работ; организация производства»: Обзор, вып.2. — М.: ВИЭМС, 1988. — 64 с.
4. Ребрик Б.М. Ударное бурение грунтов. — М.: Недра, 1976. — 232 с.
5. 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, 1986. — 244 с.
6. Пробоотборник. А.с.1480395 СССР Е 21В 25/18 / А.А. Каракозов, О.И. Калиниченко, А.В. Коломоец и др.

© Каракозов А.А., 2001

УДК 622.24.08

РЯЗАНОВ А.Н. (ДонГТУ)

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ МЕТОДИКИ ИНЖЕНЕРНОГО РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ БОЙКА ЗАБИВНОГО ПРОБООТБОРНИКА

Опыт бурения глубоких геологоразведочных и инженерно-геологических скважин на континентальном шельфе, результаты сравнительных испытаний забивных снарядов различной конструкции показывают, что с точки зрения качества отбираемых в условиях вертикальных перемещений плавоснования проб грунтов предпочтительными являются устройства с освобождающимся и падающим на рабочем ходе бойком [1,3].

Для определения предупредительной скорости в забивных пробоотборниках с освобождающимся и падающим бойком на кафедре ТТГР ДонГТУ разработана методика инженерного расчета [5]. Согласно принятым в ней допущениям движение бойка на рабочем ходе происходит под действием силы тяжести G , выталкивающей силы P_a , сил лобового R и гидравлического P_2 сопротивлений:

$$m_b \ddot{x} = G - P_a - R - P_2, \quad (1)$$

где m_b — масса бойка, кг; \ddot{x} — ускорение движения бойка, м/с^2 .

После подстановки выражений для G , P_a , R и P_2 [2] равенство (1) принимает вид:

$$\ddot{x} = g \left(1 - \frac{\rho_{ж}}{\rho} \right) - \left(\frac{\rho_{ж}}{\rho} k_{\lambda} \frac{d^4}{2(D^2 - d^2)^2 (D - d)} + \frac{\rho_{ж}}{2m_b} cF \right) \dot{x}^2, \quad (2)$$

где g — ускорение свободного падения, м/с^2 ; $\rho_{ж}$, ρ — плотность жидкости и материала бойка, кг/м^3 ; k_{λ} — коэффициент, учитывающий гидравлическое трение (принимается равным 0,02–0,04 в зависимости от величины кольцевого зазора между корпусом пробоотборника и бойком); D , d — внутренний диаметр корпуса и диаметр бойка, м; c — коэффициент лобового сопротивления; F — миделево сечение, м^2 ; \dot{x} — скорость движения бойка, м/с .

В результате решения дифференциального уравнения (2) с учетом начальных условий: