

основном, сопротивлениями на дополнительное сжатие рабочих пружин. Увеличение хода бойка приводит к падению частоты ударов при всех значениях расхода жидкости

Частотно-энергетические характеристики ГУ менее чувствительны к изменению массы бойка (m). Из приведенных графиков можно сделать следующие выводы: при $Q = const$ с увеличением массы бойка частота ударов падает при всех значениях расхода жидкости. Зависимости $V_1 = f(m)$ носят выраженный экстремальный характер. При этом значения V_{opt} с увеличением Q несколько уменьшаются. Полученные данные позволяют количественно оценить известную ранее качественную зависимость, подтвержденную экспериментальными работами [1].

При увеличении площади сечения трубопровода интенсивность изменения параметров ГУ незначительна. За исключением параметра n , остальные характеристики машины увеличиваются. Расчетные зависимости соответствуют фактическим данным, подтвержденными экспериментальными исследованиями [2, 5] и устраняют явные противоречия и неточности в оценке значимости подводящего трубопровода [5, 6].

Показана возможность изменения эффективной мощности машины не только за счет параметра Q , но также путем увеличения жесткости пружин.

Разработанная методика может служить основой проведения работ по проектированию машин этого типа по заданным рабочим и конструктивным параметрам гидроударной системы.

Библиографический список

1. Ашавский А.М., Вольперт А.Я., Курляндский Ю.И. Исследование рабочего процесса и характеристик гидроударников. // Нефть и газ. — 1974. — №11. — С. 67 — 77.
2. Бессонов Ю.Д, Сирик В.Ф., Слипенький В.С. Влияние подводящего трубопровода на характеристику гидроударника прямого действия // Сб. научных трудов НГА Украины, Вып. 6, том 4. С.103-110.
3. Неудачин Г.И., Коломоец А.В. Забойные буровые машины // Совершенствование техники и технологии разведочного колонкового бурения. М.: Недра. —1968.— С.123—152.
4. Тарко Л.М. Волновые процессы в трубопроводах гидромеханизмов. М.: Машгиз. — 1963.— 182 с.
5. Эпштейн Е.Ф., Ясов В.Г. Бурение скважин гидроударниками. М.:Недра,1967. — 160 с.
6. Ясов В.Г. Теория и расчет рабочих процессов гидроударных буровых машин. — М.: Недра, 1977. — 153 с.

© Калиниченко О.И., 2001.

УДК 622.24.085

Канд. техн. наук КАРАКОЗОВ А.А.

Донецкий государственный технический университет, г. Донецк, Украина

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ УДАРНОГО ПОГРУЖЕНИЯ И ИЗВЛЕЧЕНИЯ ОБСАДНЫХ КОЛОНН ПРИ БУРЕНИИ РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН НА ШЕЛЬФЕ

В настоящее время в практику морских геологоразведочных работ широко внедряются технологии бурения, не требующие применения обсадных колонн, либо ограничивающиеся использованием водоотделяющей колонны. Скорее всего, этим и объясняется

тот факт, что резко сократились исследования вопросов погружения и извлечения обсадных труб из нескальных пород дна шельфовой зоны при бурении разведочных скважин. Однако такое положение дел является не совсем оправданным по ряду причин:

1. Внедрение новых технологий требует применения буровых судов, оснащенных специальными техническими средствами (компенсаторы вертикальных и угловых перемещений, подвижный вращатель и т.д.), либо самоподъемных платформ. Такие суда и платформы имеются не во всех морских геологоразведочных организациях, а, следовательно, новые технологии не всегда доступны для использования.
2. При исследовании прибрежной мелководной зоны шельфа возможно только применение небольших плавсредств с малой осадкой, позволяющих проводить бурение скважин только по традиционным схемам.
3. Специфика ряда работ, например, при разведке россыпных месторождений, требует опробования пород скважинами относительно большого диаметра, что при достаточно большой мощности разреза также требует использования обсадных труб, перекрывающих неустойчивые толщи.

Таким образом, в настоящее время от технологий бурения разведочных скважин на шельфе с использованием обсадных колонн (в том числе и от забивного бурения) нельзя отказываться. Но для интенсификации буровых работ необходимо развивать новые технологические схемы, которые требуют разработки новых аналитических моделей и создания современного бурового оборудования.

Анализ ранее проведенных исследований показал, что, несмотря на детальную проработку вопросов погружения и извлечения обсадных труб из нескальных грунтов, в этой области имеется немало нерешенных вопросов. Это объясняется рядом причин. Например, при геологоразведочных изысканиях особое внимание уделяется качеству отбираемого кернового материала, что абсолютно не требуется при забивке свай. Следовательно, нельзя механически использовать аналитические модели и рекомендации, разработанные для погружения трубчатых свай [1], в теории и практике геологоразведочного бурения.

Разработки в области разведочного бурения мягких пород с использованием погружаемых труб также известны достаточно широко [2, 3]. Но большинство из них не учитывает специфику морских буровых работ. Так, например, имеются весьма весомые разработки в области вибрационного способа погружения обсадных труб. Однако этот способ чаще всего неприемлем при бурении разведочных скважин из-за нарушения структуры пород, слагающих верхнюю толщу морского дна.

В подавляющем большинстве известных аналитических моделей ударного бурения нескальных грунтов используется классическая теория удара, в то время как рядом исследователей уже давно указывалось на необходимость использования волновой теории удара для описания соударения тел, имеющих большие линейные размеры (что справедливо для случая с обсадными трубами). Следует также отметить, что технические средства для ударного погружения обсадных колонн уже практически не совершенствовались на протяжении десятилетий, и во многих геологоразведочных организациях до сих пор используются весьма примитивные (и как следствие – малоэффективные) устройства.

Отдельно следует отметить значительный вклад С.С. Хворостовского в развитие технологий забивного бурения на море. Им разработан ряд достаточно эффективных схем бурения при разведке россыпей и дано теоретическое обоснование рабочих процессов на основании прикладной волновой теории удара [4, 5]. Эти результаты использовались нами в качестве отправной точки для дальнейших исследований.

При описании процессов забивки и извлечения обсадных труб необходимо рассматривать продольные колебания колонны под действием ударных импульсов. При этом следует учитывать, что ударный импульс может прикладываться в любом месте колонны обсадных труб. Рассматривая колебания от положения статического равновесия, с учетом

сухого трения можно описать их гиперболическим уравнением в частных производных.

$$U_{tt} + kx \operatorname{sgn}(U_t) - c^2 U_{xx} = 0, \quad (1)$$

где $U=U(x, t)$ - перемещение сечения колонны с координатой x в зависимости от времени t ; U_t, U_{tt} - соответственно первая и вторая производные от U по времени; U_{xx} - вторая производная от U по координате x ; c - скорость распространения звука в материале труб; k - коэффициент, определяющий величину силы трения.

Начальные и граничные условия уравнения (1) устанавливаются в зависимости от условий работы колонны и выбранной технологической схемы. Особенностью этого уравнения является учет зависимости силы трения от координаты x , что объясняется увеличением силы трения колонны о грунт с ростом глубины погружения труб (в соответствии с известной формулой Протоdjeяконова).

Для решения уравнения (1) был применен метод сеток, реализуемый на персональном компьютере. Временной интервал интегрирования и интервал длины заменялись дискретным множеством точек, а частные производные - соответствующими разностями.

В результате решения уравнения получены зависимости амплитуды колебания сечений обсадных труб от энергетических и конструктивных параметров ударной системы. Установленные соотношения позволяют определить длину погружаемой (извлекаемой) обсадной колонны в зависимости от характеристик ударного механизма и горной породы для конкретной технологической схемы ведения работ.

Смещение ударного механизма как можно ближе к нижнему торцу колонны значительно повышает эффективность операций с обсадными трубами. Однако при существующих технологиях удар наносится в лучшем случае по муфте обсадных труб, находящейся у дна моря. Поэтому совершенствование технологии забивки и извлечения

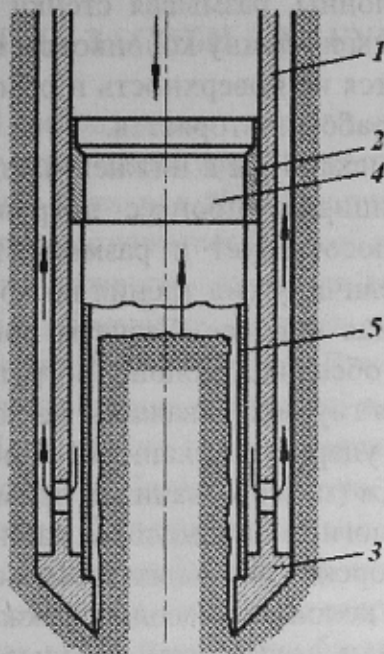


Рис. 1 – Схема забивки обсадной колонны забойным ударным механизмом с гидравлическим приводом

труб невозможно без использования забойных ударных механизмов, предпочтительнее гидроприводных. Эффективность работ также повышается при снижении сил трения по наружной поверхности обсадной колонны. Это может быть достигнуто за счет размыва окружающих пород жидкостью, отработанной в гидродвигателе ударного механизма. Следует отметить, что в этом случае аналитическая модель процесса приводится к виду

$$U_{tt} + 2\alpha U_t - c^2 U_{xx} = 0, \quad (2)$$

где α - коэффициент вязкого трения, значительно меньший, чем для случая сухого трения. Уравнение (2) имеет аналитическое решение и достаточно легко решается, например методом Фурье.

В результате проведенных исследований был предложен ряд схем погружения и извлечения обсадных труб, две из которых приведены на рис. 1 и 2.

Первая технологическая схема (рис.1) предназначена для забивки обсадной колонны гидроприводным ударным механизмом с одновременным отбором керна. Это дает воз-

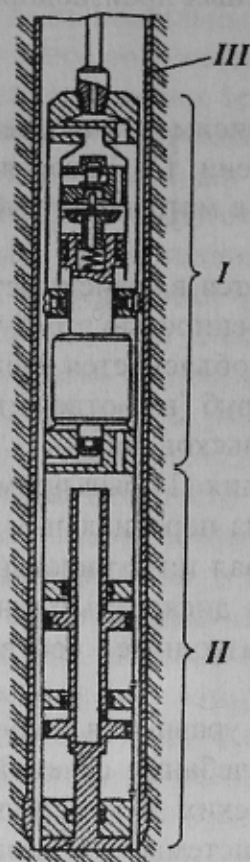


Рис. 2 – Схема извлечения обсадной колонны

возможность получать керн меньшей нарушенности, чем при отборе пробы после забивки колонны, что весьма ценно при проведении инженерно-геологических изысканий. Для этого обсадные трубы 1 снабжаются посадочным местом 2 и башмаком 3. В посадочном месте 2 устанавливается ударный механизм 4, снабженный керноприемной трубой 5, входящей в проточку башмака 3. При подаче жидкости в обсадную колонну (для этого ее верх должен герметизироваться) или в бурильные трубы (не показаны на данной схеме) ударный механизм включается в работу, и под действием ударных импульсов трубы внедряются в грунт. Одновременно труба 5 наполняется керном. Отработанная в механизме жидкость выбрасывается в промывочные окна в нижней части обсадной колонны, размывая стенки скважины. После углубки колонны на длину колонковой трубы ударный механизм извлекается на поверхность и освобождается от керна. Далее цикл работ повторяется.

Размещение ударного механизма в нижней части обсадной колонны интенсифицирует процесс погружения труб в грунт. Этому же способствует и размыв стенок скважины, уменьшающий величину сил трения на контакте «обсадная колонна - горная порода». Расчеты показывают, что для заглубления обсадных колонн в грунт на глубину до 20 м (это средняя глубина скважины на россыпях) достаточно применения ударного механизма с энергией удара порядка 150 – 200 Дж (масса механизма примерно

140 – 160 кг). При использовании же традиционных технологий используются забивные снаряды массой 500-1300 кг, манипуляции с которыми в морских условиях весьма опасны. В тоже время, предлагаемая компоновка низа обсадной колонны позволяет также одновременно использовать традиционные поверхностные (или подводные) ударные устройства не большой массы, что дает возможность увеличения глубины погружения труб в грунт.

На рис. 2 представлена схема извлечения обсадных труб из скважины с использованием комбинированного устройства, включающего ударный механизм I и гидравлический домкрат II. Устройство спускается на забой при помощи бурильной колонны. При подаче жидкости ударный механизм плашечным устройством соединяется с обсадной колонной III, включаясь затем в работу, а гидродомкрат упирается в забой скважины. Одновременно может даваться натяжение бурильной колонне. Под действием статических и динамических нагрузок, действующих на обсадные трубы в призабойной зоне, происходит страгивание колонны с места и ее извлечение.

Таким образом, в результате проведенных исследований на основании новых аналитических моделей были получены зависимости определяющие протекание процесса и предложены новые схемы процесса погружения (извлечения) обсадных колонн при бурении разведочных скважин на шельфе.

Библиографический список

1. Цейтлин М.Г., Верстов В.В., Азбель Г.Г. Вибрационная техника и технология в свайных и буровых работах. – Л.: Стройиздат, 1987. – 262 с.
2. Ребрик Б.М. Ударное бурение грунтов. – М.: Недра, 1976. – 232 с.
3. Ребрик Б.М. Бурение инженерно-геологических скважин. – М.: Недра, 1990. – 336 с.

4. Хворостовский С.С. Способы и технические средства для бурения скважин при разведке россыпных месторождений на шельфе. – М.: ВИЭМС, 1988. – 89 с.
5. Хворостовский С.С. Научное обоснование и разработка способов и технологий бурения для разведки месторождений на море: дисс. на соиск. учен. степ. докт. техн. наук (в форме научного доклада). – М.: МГГА, 1995. – 72 с.

© Каракозов А.А., 2001

УДК 622.24:628.112.4

Докт. техн. наук КОЖЕВНИКОВ А.О., докт. техн. наук МАКСИМОВ О.П.,
канд. техн. наук СІРИК В.Ф.

Національна гірнича академія України, м. Дніпропетровськ, Україна

ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ БУРІННЯ НАПРАВЛЕНИХ СВЕРДЛОВИН

В цивілізованих країнах значний обсяг питного та технічного водопостачання забезпечується за рахунок підземних джерел. Видобуток води відбувається буровими свердловинами великого діаметру при значних глибинах установаження водопідйомних засобів. Вартість спорудження бурової свердловини набагато менша за вартість спорудження споруд типу колодязь, шахта та ін. з такими ж показниками дебіту. Деякі країни, такі як Франція, Німеччина, Бельгія, майже весь обсяг питного водопостачання здійснюють за рахунок підземних джерел. Використання підземної води зменшує рівень інфекційних захворювань, сприяє тривалості життя людей.

Національна гірнича академія України (НГАУ) розробила технологію спорудження свердловин з багатовибійною водоприймальною частиною та технічні засоби для її здійснення. До технічних засобів відносяться направляючий апарат, гнучкий буровий снаряд та спеціальна бурова коронка.

Технологія створення свердловин з багатовибійною водоприймальною частиною передбачає вибір параметрів багатовибійної водоприймальної частини, до яких відносяться наступні показники: кількість додаткових стовбурів, їх діаметр та довжина, кути нахилу осей додаткових свердловин до вісі основного стовбура свердловини, характер розміщення додаткових свердловин у просторі за азимутом та глибиною, а також вибір параметрів буріння, тобто величину осьового навантаження, частоти обертання бурового снаряду та величину нагнітання промивної рідини до вибою свердловини.

Технічні засоби дають змогу буріння додаткових свердловин з такими параметрами:

- діаметр додаткової свердловини в залежності від діаметру основного стовбура вибирають в розмірі 0,4...0,7 від діаметра основного діаметра;
- число додаткових стовбурів від 2 до 6;
- довжина додаткових стовбурів до 5 метрів;
- кут нахилу вісі додаткової свердловини до вісі основної свердловини $0...90^{\circ}$.

На рис. 1 зображено загальний вигляд технічних засобів в положенні забурювання додаткового стовбура. До складу цих засобів входять направляючий апарат 1, який складається з фланця 3, трубчатого корпусу 4, який має пряму і вигнуту за заданим радіусом та кутом повороту осі апарата ділянки, жорстко приєднаної до корпусу 4 вигнутої площини 5, рухомої площини 6, на площині 5 нанесено пружне покриття 7, важелі 8, які сполучують між собою жорстку та рухому площини, рамки 9, до середини якої приєднано стрижневу опору 10. Важелі 8 між собою та з рамкою 9 сполучуються шарнірно за допомогою пальців 11, шайб 12 та штифтів 13.

В середині направляючого апарату розміщено гнучкий буровий снаряд 2, який скла-