

В результате разведочного бурения было установлено, что два последних предполагаемых водоносных горизонта в интервалах 322–372 м и 582–667 м сдренированы. Тампонажные работы по ним не проводились.

Приготовление и нагнетание тампонажного раствора при производстве работ по водоподавлению осуществляли с помощью стандартного комплекса высокопроизводительного цементировочного оборудования, расположенного на земной поверхности. Нагнетали тампонажный раствор по высоконапорному трубопроводу d 50 мм, проложенному по поверхности от тампонажного комплекса и далее по наклонному стволу до забоя. Для герметизации тампонажных скважин использовали пакерующее устройство ДАУ-1-73. Применение пакерующих устройств обеспечило поочередное нагнетание расчетного количества тампонажного раствора с заданными технологическими режимами в конкретные трещиноватые зоны.

Выводы

Результаты работ по ликвидации притоков воды при проходке наклонного флангового ствола шахты «Иловайская» ГП «Октябрьуголь» положительно оцениваются заказчиком (ш. «Иловайская») и генподрядчиком (трест «Донбассшахтострой»). Выполненные ГОАО «Спецтампонажгеология» работы по гидроизоляции наклонного флангового ствола обеспечили надежный уровень безопасности ведения горных работ и охраны недр.

Библиографический список

1. **Тампонаж** обводненных горных пород: Справочное пособие. / Э.Я.Кипко, Ю.А.Полозов, О.Ю.Лушникова и др. — М.: Недра, 1989. — 318 с.
2. **Инструкция** по проектированию и производству работ по тампонажу и упрочнению обводненных тектонических нарушений при сооружении протяженных горных выработок, Минуглепром СССР. — Ворошиловград, 1989. — 74 с.

© Полозов Ю.А., Лазебник А.Ю., 2005

УДК 622.24.053

Докт. техн. наук УЛИТИН Г.М. (ДонНТУ)

ОЦЕНКА МЕТОДА УСРЕДНЕНИЯ В ЗАДАЧАХ УСТОЙЧИВОСТИ БУРИЛЬНЫХ КОЛОНН

Для выбора рациональных технологических режимов бурения необходимо проводить расчет на устойчивость бурильных колонн. При бурении скважин усилие на долото создается собственным весом и возможна потеря ее устойчивости по типу сжатого стержня. В общем случае устойчивость колонны рассматривается как устойчивость несомоготого стержня под действием осевых, центробежных сил, крутящего момента и сил инерции промывочной жидкости. Динамическая устойчивость колонны исследована в работах [1,2], влияние крутящего момента и сил инерции промывочной жидкости незначительно на устойчивость, что показано в работах [3,4]. Рассмотрим наиболее существенный фактор, влияющий на устойчивость колонны — вес колонны.

В этом случае, если в качестве математической модели изгиба буровой колонны принять упругий весомый стержень длиной l , задача приводится к интегрированию линейного дифференциального уравнения третьего порядка [5]

$$EJ \frac{d^3 y}{dx^3} + (N + ql - qx) \frac{dy}{dx} = -R, \quad (1)$$

где EJ — изгибная жесткость стержня, $y(x)$ — поперечное перемещение, x — осевая координата, N — вертикальная сжимающая сила, приложенная к верхнему концу стержня, q — вес единичной длины стержня, R — горизонтальная реакция направляющих на верхнем торце колонны.

Для решения уравнения (1) необходимо задать граничные условия. Рассмотрим четыре их вида, типичных для работы буровых установок [6]:

- 1) верхний и нижний концы защемлены;
- 2) верхний шарнирно оперт, а нижний защемлен;
- 3) верхний защемлен, а нижний шарнирно оперт;
- 4) верхний и нижний концы шарнирно оперты.

Решение и исследование уравнения (1) проведено в работе [7] и носит сложный математический и вычислительный характер. Аналогичная проблема возникает при исследовании устойчивости упругих систем, которые описываются уравнениями с переменными коэффициентами. Поэтому для решения многих прикладных задач используют метод усреднения коэффициентов, что позволяет перейти к вспомогательной задаче с теми же граничными условиями, но с постоянными коэффициентами [8].

Проведем оценку метода усреднения применительно к задачам устойчивости буровых колонн. Усреднив переменный коэффициент в уравнении (1), получаем уравнение с постоянными коэффициентами:

$$\frac{d^3 y}{dx^3} + k^2 \frac{dy}{dx} = r, \quad (2)$$

где $k^2 = \frac{N + ql/2}{EJ}$, $r = -\frac{P}{EJ}$.

Общее решение уравнения (1) имеет вид:

$$y(x) = C_1 + C_2 \cos kx + C_3 \sin kx + \frac{r}{k^2} x.$$

Вначале остановимся на случае 1) — жесткой заделки концов стержня

$$y(0) = y(l) = 0; \quad y'(0) = y'(l) = 0. \quad (3)$$

Удовлетворяя граничным условиям (3), получаем однородную систему уравнений относительно неизвестных C_1, C_2, C_3, r :

$$\left. \begin{aligned} C_1 + C_2 &= 0; \\ C_3 k + r/k^2 &= 0; \\ C_1 + C_2 \cos \lambda + C_3 \sin \lambda + r/k^2 &= 0; \\ -C_2 k \sin \lambda + C_3 k \cos \lambda + r/k^2 &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где $\lambda = kl$.

Приравнивая определитель системы (4) нулю, приходим к уравнению для определения λ :

$$(1 + \cos \lambda)^2 + \sin \lambda (\sin \lambda - \lambda) = 0. \quad (5)$$

Решение уравнения (5) имеет вид:

$$\sin \frac{\lambda}{2} = 0 \text{ или } \sin \frac{\lambda}{2} - \frac{\lambda}{2} \cos \frac{\lambda}{2} = 0. \quad (6)$$

Минимальный положительный корень первого уравнения (6) $\lambda_1 = 2\pi$, а второго — $\lambda_1 = 8,987$. Таким образом, примем $\lambda_1 = 2\pi$. Тогда для вычисления критической длины, с учетом $\lambda_1 = k/l_{kp}$, получаем кубическое уравнение:

$$l_{kp}^3 + \frac{2N}{q} l_{kp} - \frac{2\lambda_1^2 EJ}{q} = 0. \quad (7)$$

Аналогично можно решить задачи устойчивости для оставшихся трех случаев закрепления стержня.

Результаты вычислений критических длин l_{kp} из уравнения (7) были сравнены с известными результатами работы [7], которые получены из решения более точной модели.

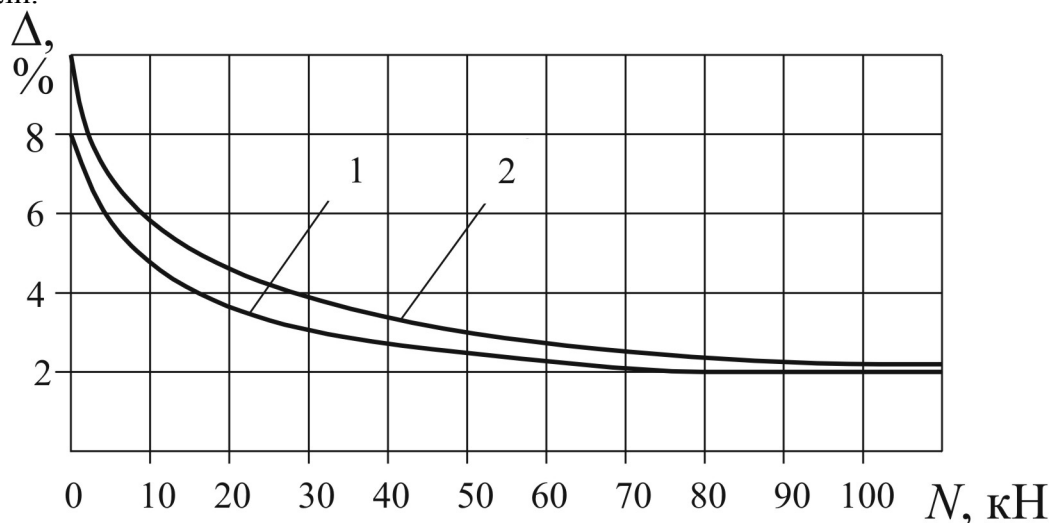


Рис. Погрешности вычислений критических длин при усреднении:

- 1 – случай 3) закрепления концов стержня;
- 2 – случай 4) закрепления концов стержня.

На рис. показана погрешность в вычислениях критических длин соответственно для случаев 3) и 4) в зависимости от изменения усилия N . Для случаев 1) и 2) закрепления погрешности не превосходят 3%.

Таким образом, замена распределенной нагрузки сосредоточенной силой является не всегда достаточно точной, а метод усреднения можно применять в инженерных расчетах с достаточной точностью в условиях сжатия для случаев 3) и 4) закрепления концов стержня. При значениях $N \geq ql/2$ можно использовать этот при-

ближенный метод при любых граничных условиях. Для установок роторного типа, когда колонна находится в условиях растяжения-сжатия, этот метод достаточной точности не дает.

Библиографический список

1. Улитин Г.М. Обеспечение динамически устойчивой работы буровой колонны роторного типа // Уголь Украины, 2001. — №1. — С. 28–29.
2. Пасынков Р.Е. Исследование динамики буровой колонны // Уголь Украины, 1997. — №4. — С. 50–51.
3. Улитин Г.М. Устойчивость буровой колонны при кручении // Вибрации в технике и технологиях, 2002. — №1. — С. 86–88.
4. Эпштейн Е.Ф., Мацейчик В.И., Ивахнин И.И., Асатурян А.Ш. Расчет буровых труб в геологоразведочном бурении. — М.: Недра, 1979. — 160 с.
5. Шевченко Ф.Л. Механика упругих деформируемых систем. — К.: ИСИО, 1993. — Ч.1: Напряженно-деформированное состояние стержней. — 280 с.
6. Сароян А.Е. Теория и практика работы буровой колонны. — М.: Недра, 1990. — 264 с.
7. Улитин Г.М. Устойчивость колонны буровой установки роторного типа // Проблемы прочности, 2002. — №1. — С. 130–135.
8. Алфуров Н.А. Основы расчета на устойчивость упругих систем. — М.: Машиностроение, 1978. — 312 с.

© Улитин Г.М., 2005

УДК 622.243.922.001.5, 622.24.053.531

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

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРОУДАРНИКОВ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ БУРОВЫХ СНАРЯДОВ ДЛЯ ПРОХОДКИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН НА МОРСКОМ ШЕЛЬФЕ

Гидроударные механизмы двойного действия с дифференциальным поршнем давно используются при проходке геологоразведочных скважин на морском шельфе погружными буровыми установками [1, 2]. Большой комплекс теоретических и экспериментальных исследований, ранее проведенных на кафедре технологии и техники геологоразведочных работ (ТТГР) ДонНТУ, позволил создать эффективные конструкции гидроударников, успешно эксплуатирующихся в составе буровых установок ПУВБ-150, УГВП-130/8, УГВП-150, УГВП-130/10 [1–3]. Особое внимание при этом уделялось экспериментальным работам, позволившим подробно изучить фазы рабочего цикла различных конструктивных схем гидроударников, а также определить реальные энергетические показатели этих механизмов в зависимости от условий эксплуатации [4–6].

В то же время ряд вопросов не подвергся тщательному изучению. Например, не проводилась сравнительная оценка работы различных схем исполнения клапанных групп гидродвигателей механизмов и влияния их динамики на работу гидроударника. Кроме того, работы по исследованию влияния величины свободного хода бойка механизма на энергетические показатели гидроударника проводились с точки зрения повышения скорости соударения бойка с наковальней [3]. Полученные при этом результаты использовались при проектировании буровых снарядов, прошедших успешную апробацию в производственных условиях. Однако, несмотря на проведенные работы по оптимизации параметров самой гидроударной машины [7], реаль-