

УДК 622.24.08

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧЕЙ ОБЛАСТИ ГИДРОДВИГАТЕЛЯ
ЗАБИВНОГО ПРОБООТБОРНИКА

А. Н. Рязанов

Донецкий национальный технический университет

Применительно к разработанной конструкции забивного пробоотборника с гидродriveм выполнены теоретические исследования рабочего цикла неуравновешенного гидродвигателя объемного типа. По результатам исследований определена рабочая область расхода жидкости на гидродrive, обеспечивающая работу устройства и удовлетворяющая требованиям к отбору проб грунтов.

В Донецком национальном техническом университете предложена принципиальная схема и разработана конструкция забивного пробоотборника с гидродвигателем [1]. Пробоотборник используется в качестве съемного приспособления при бурении глубоких (до 200 м по грунту при глубине моря до 150 м) инженерно-геологических скважин на континентальном шельфе. Принцип работы пробоотборника заключается в том, что поршневой гидродвигатель дифференциального действия создает возвратно-поступательное перемещение подпружиненных захватов, которые при ходе вверх поднимают боек и освобождают его в конце хода. Боек, падая, наносит удар по накопальне, заглубляя керноприемный снаряд в грунт. Перемещающиеся вниз захваты соединяются с бойком и цикл повторяется.

Изучение кинематики и динамики поршневой группы гидродвигателя позволяет выделить на его ходе в одну сторону две фазы: рабочий ход под действием давления жидкости и свободный ход во время перестановки клапанов.

При составлении математической модели рабочего цикла гидродвигателя пробоотборника учтены результаты теоретических и экспериментальных исследований объемных поршневых гидродвигателей, полученные О.И.Калиниченко, Г.И.Неудачиным, В.И.Пилипцом, А.П.Подкидышевым, Е.Ф.Эпштейном, Л.Г.Шолоховым, В.Г.Ясовым и другими.

Движение поршневой группы на рабочем ходе описывается уравнением

$$m\ddot{x} = p(t)f \pm mg - R, \quad (1)$$

где $p(t)$ - давление в силовом цилиндре гидродвигателя, определяемое как сумма прироста давления при гидроударе в момент пере-

становки клапанов и дополнительного давления, равного работе, совершаемой жидкостью по перемещению поршневой группы, отнесенной к объему жидкости [2]:

$$p(t) = k_1 \rho_{жс} c \left(V_T - \frac{f}{f_T} \dot{x} \right) + \frac{\frac{1}{2} m V_{1,3}^2 \pm mgS + RS}{Q t_x} \quad (2)$$

Здесь m - масса поршневой группы; R - сила механического трения; f и f_T - рабочая площадь поршня и площадь подводящего трубопровода; $V_{1,3}$ - скорость поршня в конце рабочего хода соответственно вверх и вниз; V_T - скорость жидкости в подводящем трубопроводе перед гидроударом; t_x - продолжительность хода в одну сторону; S - рабочий ход; g - ускорение силы тяжести; Q - расход жидкости; $\rho_{жс}$ - плотность жидкости; c - скорость распространения гидроударной волны; k_1 - коэффициент, учитывающий разрежение за поршнем при гидроударе.

В результате решения уравнения (1) с учетом сокращающих обозначений

$$A = k_1 \rho_{жс} c \frac{f^2}{f_T m}, \quad (3)$$

$$D = \frac{\frac{1}{2} m V_{1,3}^2 \pm mgS + RS}{Q t_x} \frac{f}{m} + k_1 \rho_{жс} c V_T \frac{f}{m} \mp g - \frac{R}{m}, \quad (4)$$

устанавливаются выражения для определения текущих значений перемещения и скорости поршневой группы

$$x = \frac{D}{A} \left[t - \frac{1}{A} (1 - e^{-At}) \right], \quad (5)$$

$$\dot{x} = \frac{D}{A} (1 - e^{-At}). \quad (6)$$

Для того, чтобы воспользоваться формулами (5) и (6) необходимо установить скорость в конце рабочего хода вверх и вниз $V_{1,3}$, длительность каждой фазы и общую продолжительность рабочего цикла. Значение скорости определится из отношения $\frac{\dot{x}}{x}$ при фиксированной величине рабочего хода S , длительность фаз рабочего цикла – по зависимостям, предложенным в работах [2, 3].

Анализ предложенной математической модели позволяет исследовать зависимость периода (T) рабочего цикла гидродвигателя от расхода (Q) подаваемой на его привод жидкости (см. рис. 1).

Рабочая область изменения параметра Q определяется с одной

стороны, требованиями к частоте ударов забивного пробоотборника, с другой стороны, минимально возможной подачей, обеспечивающей подъем бойка из нижнего положения в верхнее.

Согласно действующих нормативных документов отбор проб грунтов с ненарушенной структурой обеспечивается применением пробоотборников с частотой ударов не более 1 Гц. Проведенные расчеты показывают, что для выполнения предъявляемого требования расход жидкости на привод гидродвигателя разработанной конструкции (при величине рабочего хода S поршневой группы 0,5 м) не должен превышать 75 л/мин.

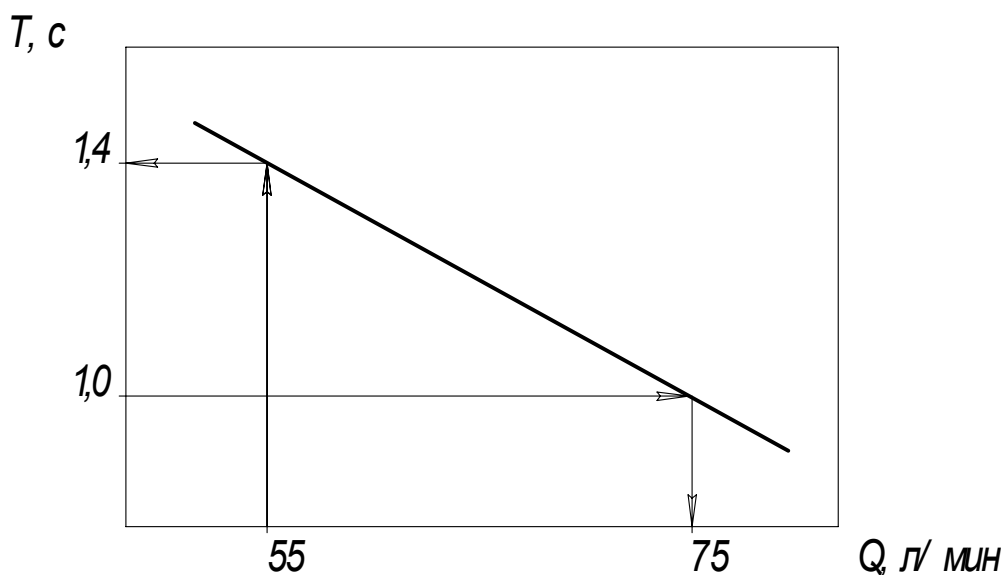


Рис. 1 Графическое представление зависимости для определения рабочей области изменения расхода жидкости на привод гидродвигателя пробоотборника

Согласно уравнению динамики поршневой группы подъем бойка пробоотборника происходит при выполнении условия:

$$\left\{ k_1 \rho_{ж} c V_T + \frac{m_1 V_1^2 + m_1 g S + R S}{2 Q t_1} \right\} \cdot f > m_1 g + R \quad (7)$$

где m_1 – масса поршневой группы при движении вверх; t_1 – продолжительность хода вверх.

Правая часть неравенства, равная сумме веса поршневой группы и силы механического трения, – величина постоянная. Левая же пред-

ставляет собой силу давления жидкости в цилиндре гидродвигателя пробоотборника и зависит от величины гидроударного и дополнительного давления. При невозможности повышения первого путем уменьшения площади подводящего трубопровода (колонны бурильных труб) она определяется только расходом рабочей жидкости Q . Как показывают расчеты, при выбранных конструктивных параметрах пробоотборника диаметром 89 мм подъем бойка массой 50 кг в верхнее положение будет происходить при подачи жидкости на привод гидродвигателя не менее 55 л/мин. В этом случае ожидаемая частота ударов пробоотборника составит 0,7 Гц.

Таким образом, рабочая область подачи жидкости на привод разработанного забивного пробоотборника с гидродвигателем составляет 55...75 л/мин. Этот диапазон изменения технологического параметра обеспечивает частоту ударов пробоотборника в пределах 0,7...1 Гц, которая гарантирует отбор монолита без нарушения структуры образца.

Библиографический список

1. Калиниченко О.И., Каракозов А.А., Русанов В.А., Рязанов А.Н., Юшков И.А. Новые технические средства бурения скважин в условиях морского шельфа. // В сб. научн. трудов НГА Украины. №3, том 2 "Геология полезных ископаемых и технология разведки". - Днепропетровск: РИК НГА Украины, 1998. - С.255-258.
2. Калиниченко О.И., Русанов В.А., Рязанов А.Н. Методика проектирования конструктивных и рабочих параметров забойных гидроударных машин. // В сб. "Совершенствование техники и технологии бурения скважин на твердые полезные ископаемые". - Екатеринбург: УГИ, 1993. - С.97-102.
3. Эпштейн Е.Ф., Ясов В.Г. Бурение скважин гидроударниками и пневмоударниками. - М.: Недра, 1967. - 168 с.