

О. И. Калиниченко, докт. техн. наук, **И.С. Стогнеев**

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина

ПАРАМЕТРЫ И КОМПОНОВКА УТЯЖЕЛИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ЗАБОЙ СКВАЖИНЫ

В статье рассмотрены вопросы выбора параметров комплекта подвижных утяжелителей для повышения эффективности бурения скважин шарошечными долотами

Ключевые слова: *скважина, шарошечные долота, подвижные утяжелители, эффективность бурения*

До настоящего времени среди специалистов нет однозначного мнения о роли дополнительного динамического воздействия на забой при бурении скважин шарошечными долотами. Некоторые исследователи считают, что колебательные процессы в бурильной колонне приводят к сокращению срока службы элементов бурового снаряда и долот, а, следовательно, снижают эффективность процесса бурения. Поэтому их разработки направлены на создание амортизаторов и демпферов колебаний бурильной колонны. Другие исследователи придерживаются мнения о необходимости усиления колебательных процессов в бурильной колонне, для чего предлагают использование динамически активных компоновок бурового снаряда, в состав которых включают вибраторы, гидродударники, виброусилители и т.д. И те, и другие аргументируют свои выкладки положительными результатами экспериментальных работ и промысловых испытаний. Часть исследователей признает положительную роль, как гасителей, так и возбуждителей колебаний при определенных условиях эксплуатации, что

привело к созданию компоновок бурового снаряда, в которые одновременно включаются оба типа устройств.

Поэтому представленный в статье материал носит дискуссионный характер и не претендует на абсолютную достоверность. Скорее всего, он может рассматриваться как один из возможных путей решения проблемы повышения производительности бурения шарошечными долотами.

Прямая зависимость механической скорости бурения от ударного приложения нагрузки на долото, а также вероятная возможность использования энергии колеблющейся колонны бурильных труб, как источника динамических усилий, передаваемых на породоразрушающий инструмент, может быть интересной, с точки зрения использования простой ударной системы, которая в совокупности со статической нагрузкой, формирующейся весом колонны, создает благоприятные условия для более эффективного разрушения горной породы.

Обобщение и анализ различных ударных систем, позволяет сделать вывод о том, что в плане рабочей доступности и перспективности наиболее оптимальным вариантом является использование утяжелителей скользящего типа, свободно расположенных на бурильной колонне и опирающихся на долото. В основе данной идеи лежит тезис о том, что если тело с большей массой наносит упругий удар по телу с меньшей массой, то последнее отскочит от него со скоростью большей, чем скорость соударения. Следовательно, если комплект состоит из нескольких тел с постоянно уменьшающейся массой, то, сообщив наиболее тяжелому из них какую-то скорость, можно получить на выходе этой системы еще большее увеличение скорости, т.е. тело с наименьшей массой получит скорость, значительно превышающую начальную [1]. Допустим, что тело массой m_2 движется с начальной скоростью V_{02} , и наносит удар по телу, имеющему массу m_1 , которое двигалось с начальной скоростью V_{01} . При этом $m_2 > m_1$; $V_{02} > V_{01}$. После соударения тело m_2 станет двигаться со скоростью V_2 , а тело m_1 – со скоростью V_1 .

$$V_1 = V_{02} + \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} (V_{02} - V_{01}),$$

$$V_2 = V_{01} + \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} (V_{02} - V_{01}).$$

При $V_{01}=0$, т.е. при неподвижном теле m_1 :

$$V_1 = V_{02} + \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} V_{02} = V_{02} \left(1 + \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} \right) = V_{02} \frac{2m_2}{m_2 + m_1}.$$

Выигрыш в скорости для тела m_1 равен:

$$K_v = \frac{V_1}{V_{02}} = \frac{2m_2}{m_2 + m_1}.$$

При одинаковом соотношении масс и количестве соударяющихся элементов, равном n – суммарный выигрыш в скорости выразится зависимостью:

$$K_{v\Sigma} = K_v^{n-1} \left(\frac{2m_2}{m_2 + m_1} \right)^{n-1}.$$

Обозначив $\frac{m_i}{m_1} = K_m$, получим:

$$K_v = \frac{2K_m}{K_m + 1}, \text{ а } K_{v\Sigma} = \left(\frac{2K_m}{K_m + 1} \right)^{n-1}. \quad (1)$$

Суммарная масса всего комплекта (M):

$$M = m_1 + m_1 K_m + m_2 K_m + m_{n-1} K_m = m_1 + m_1 K_m + m_1 K_m^2 + m_1 K_m^{n-1} = m_1 \frac{K_m^n - 1}{K_m - 1}. \quad (2)$$

Из выше приведенного следует, что с увеличением соотношения соударяющихся масс возрастает и выигрыш в скорости. Однако, исходя из того, что суммарная масса комплекта (M) ограничена, а масса первого (наиболее легкого) элемента (m_1) не должна быть меньше массы долота, можно предположить наличие оптимального количества элементов, при котором будет получен наибольший выигрыш в скорости. Это объясняется тем, что при увеличении количества секций будет уменьшаться соотношение соударяющихся масс (K_m), а, следовательно, и единичный выигрыш в скорости (K_v). При уменьшении количества секций коэффициенты K_m и K_v будут возрастать, при одновременном уменьшении показателя степени в уравнении (1).

На рис. 1 приведен эскизный проект компоновки утяжелителей скользящего типа на секции бурильной трубы. Конструктивно реализовать компоновку весьма просто, если условие размещения утяжелителей позволяет установку их на длине гладкой поверхности одной трубы. При этом решение задачи сужается подбором наиболее выгодного сочетания количества и масс в системе, при которых будет достигаться максимальная динамичность воздействия долота на породу.

В качестве исходных данных для проектного расчета предложенного типа ударной системы служат такие параметры, как масса первого утяжелителя; наружный и внутренний диаметры утяжелителей; плотность материала утяжелителей; максимальная масса комплекта утяжелителей; длина бурильной трубы. Существенность использования в расчетах плотности материала утяжелителей (ρ) обосновывается наличием нормативной длины сортаментной трубы, как фактора ограничения для размещения на ее гладкой части суммарной длины набора. Выбор материала с увеличенной плотностью может служить одним из источников компактности ударной системы в призабойной зоне колонны бурительных труб.

Примеры расчета комплектов утяжелителей для шарошечного бурения долотами диаметром 151 мм приведены на рис. 2. Анализ графиков позволяет выделить одну из закономерностей, в виде зависимости оптимального количества подвижных масс n от суммарной их массы M . Причем, при увеличении M максимальное значение K_v достигается при большем значении n .

Расчетные параметры ударных систем получены при машинной обработке, приведенных выше аналитических зависимостей. Процедурой расчета предусматривалась возможность перерасчета коэффициента K_m , с определением длины каждого ударного элемента системы в зависимости от найденного значения n .

В целом, предложенный инженерный расчет и техническое решение может оказаться перспективным при бурении скважин установками с роторным вращателем, особенно на начальных интервалах скважины, когда вес снаряда

недостаточен для создания необходимого разрушающего усилия на горную породу [2].

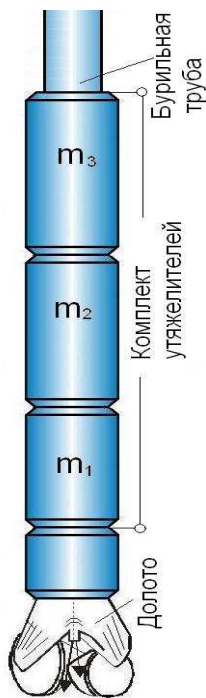


Рис. 1. Схема компоновки утяжелителей

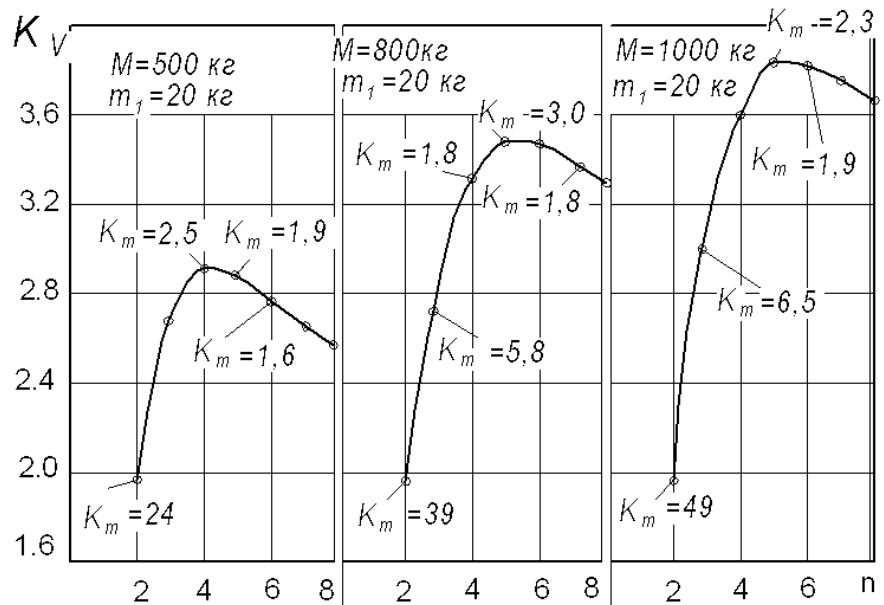


Рис. 2. График зависимости K_v от количества утяжелителей n

У статті розглянуті питання що до вибору параметрів комплекту рухомих навантажувачів для підвищення ефективності буріння шарошковими долотами.

Ключові слова: свердловина, шарошкове долото, рухомі навантажувачі, ефективність буріння.

The article takes up problems of measurements choice for a flexible loading materials set in order to raise efficiency of hole drilling using rock roller bit.

Key words: borehole, rolling cutter bit, flexible loading materials, drilling efficiency.

Литература

1. Александров Е.В., Соколинский В.Б. Прикладная теория и расчет ударных систем. – М.: Наука, 1969.-199с.
2. Булатов А.И., Проселков Ю.М., Шаманов С.А Техника и технология бурения нефтяных и газовых скважин. – М.: ООО «Недра-бизнесцентр». – 2003. – 1007с.