

## РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ УДАРНЫХ УЗЛОВ И АМПЛИТУДЫ НАПРЯЖЕНИЙ СЖАТИЯ В БУРОВЫХ ШТАНГАХ ПРИ ПРОДОЛЬНОМ УДАРЕ ПО НОМОГРАММАМ

В. Ф. ГОРБУНОВ, Л. А. САРУЕВ, А. С. СЕРДЕЧНЫЙ, Л. А. ПАРШИКОВА

Расчету основных параметров пневматических бурильных, отбойных и рубильно-клепальных молотков по номограммам посвящены работы [1—2].

В данной работе сделана попытка выбора параметров новых конструкций пневматических ударных узлов, а также конструкций ударных узлов, предназначенных для испытания штанг на долговечность и расчета амплитуды напряжений сжатия в буровых штангах по номограммам.

Расчет параметров предполагается строить на основе известных положений [3—5].

$$A_y = K_1 P_0 F_y S_k = \frac{m_6 V_6^2}{2}; \quad (1)$$

$$\sigma_{\max} = \frac{1}{2} [1 + g_1 + (1 - g_1^2) g_2] \frac{V_6}{a_{\text{шт}}} E_{\text{шт}}; \quad (2)$$

$$\sigma_{\max} = \frac{1}{2} [1 + g_1] \frac{V_6}{a_{\text{шт}}} E_{\text{шт}}; \quad (3)$$

где  $P_0$  — давление сжатого воздуха в сети,  $\text{кг/см}^2$ ;

$F_y$  — сечение полости ствола ударного узла,  $\text{см}^2$ ;

$S_k$  — ход бойка, представляющий собой разность между длиной полости (за вычетом длины хвостовика инструмента и длины ударника),  $\text{м}$ ;

$m_6$  — масса бойка,  $\text{кг сек}^2/\text{м}$ ;

$K_1$  — коэффициент потерь энергии, учитывающий степень наполнения сжатым воздухом, механические потери, а также изменение температуры сжатого воздуха при оптимальных режимах работы пневматического ударного узла, который для приближенных расчетов можно принимать равным 0,5—0,55 [3];

$\sigma_{\max}$  — максимальная амплитуда напряжения в штанге,  $\text{кг/см}^2$ ;

$V_6$  — предударная скорость бойка,  $\text{м/сек}$ ;

$a_{\text{шт}}$  — скорость звука в материале штанги,  $\text{м/сек}$ ;

$E_{\text{шт}}$  — модуль упругости,  $\text{кг/см}^2$ .

$$q_1 = \frac{F_{16} - F_{шт}}{F_{16} + F_{шт}}, \quad (2, a)$$

где  $F_{16}$  — сечение первой степени бойка,  $см^2$ ;  
 $F_{шт}$  — сечение штанги,  $см^2$ .

$$q_2 = \frac{F_{26} - F_{16}}{F_{26} + F_{16}}, \quad (2, б)$$

$F_{26}$  — сечение второй ступени бойка.

При построении номограмм принято:

$P_0 = 5 \text{ атм}$ ;  $K = 0,5$ ;  $a_{шт} = 5200 \text{ м/сек}$ ;  $E_{шт} = 2,1 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2$ .

Пределы изменения энергии удара ( $A_y$  от 4 до 31,5  $кгм$ ), а также скорости бойка ( $V_6$  от 5 до 20  $м/сек$ ) выбраны по ряду предпочтительных чисел [6]. Интервалы значений конструктивного хода бойка выбраны на основании существующих ударных узлов в бурильных машинах [7].

Для приведенных сравнительно простых формул удобно применить номограммы из выравненных точек с логарифмическими шкалами [8]. Построение номограммы (рис. 1) производится по формуле (1). Для

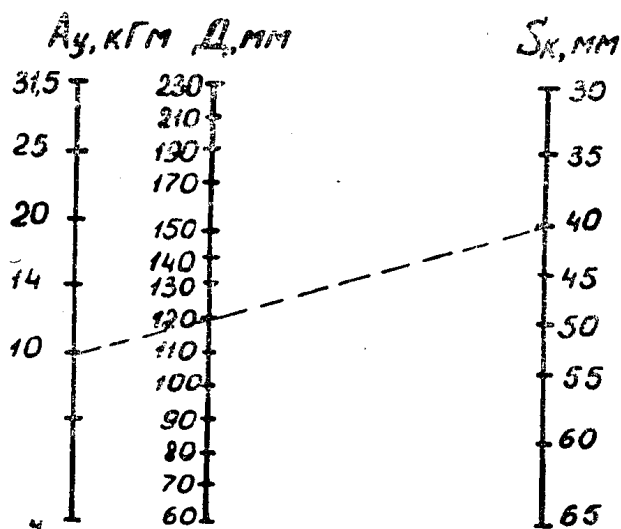


Рис. 1. Номограмма для определения диаметра полости ствола ударного узла

удобства пользования номограммой в формуле (1) заменим сечение полости ствола ударного узла через диаметр и после преобразования получим

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{0,51 A_y}{S_k}}. \quad (4)$$

Подставляя принятые значения энергии удара и конструктивного хода, получим расчетные значения диаметра цилиндра ударных узлов. Вторую номограмму (рис. 2) также строим по формуле [1], представленной в виде

$$m_6 = \frac{2A_y}{V_6^2}. \quad (5)$$

По заданным параметрам энергии удара и предударной скорости находим массу бойка.

Максимальную амплитуду напряжения сжатия в штанге при продольном ударе для бойков двухступенчатой формы определяем по номограмме (рис. 3), построенной по формуле

$$\sigma_{\max} = \bar{\varepsilon}_1 \frac{V_6}{a_{\text{шт}}} E_{\text{шт}}, \quad (6)$$

где  $\bar{\varepsilon}_1$  — максимальная продольная деформация для бойков двухступенчатой формы, равная

$$\bar{\varepsilon}_1 = \frac{1}{2} [1 + g_1 + (1 - g_1^2) g_2]. \quad (7)$$

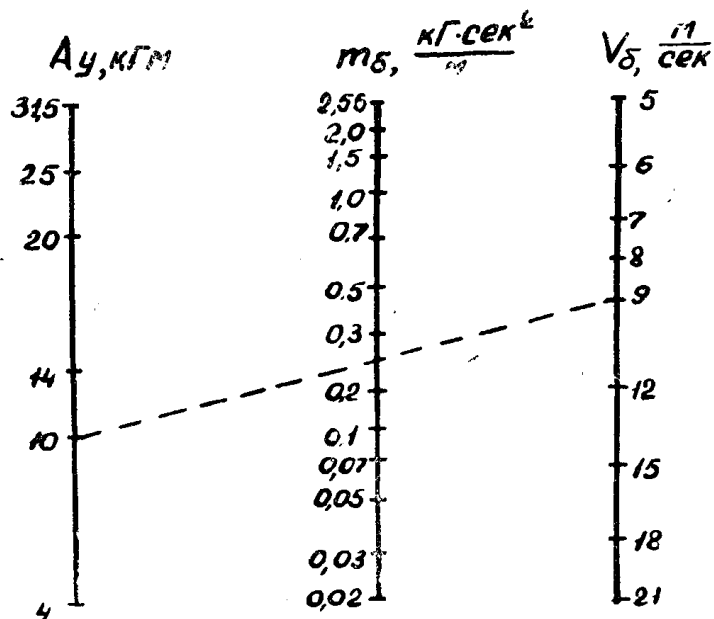


Рис. 2. Номограмма для определения массы бойка ударного узла

В формулах (2, а и 2, б) заменим сечение  $F$  через диаметр для облегчения расчетов по принятым параметрам

$$g_1 = \frac{d_{16}^2 - d_{\text{шт}}^2}{d_{16}^2 + d_{\text{шт}}^2}, \quad (7, а)$$

$$g_2 = \frac{d_{26}^2 - d_{16}^2}{d_{26}^2 + d_{16}^2}. \quad (7, б)$$

Максимальную амплитуду напряжения сжатия в штанге при продольном ударе для бойков цилиндрической формы определяем по номограмме (рис. 4), построенной по формуле.

$$\sigma_{\max} = \bar{\varepsilon}_1 \frac{V_6}{a_{\text{шт}}}, \quad (8)$$

$$\bar{\varepsilon}_1 = \frac{1}{2} (1 + g_1). \quad (9)$$

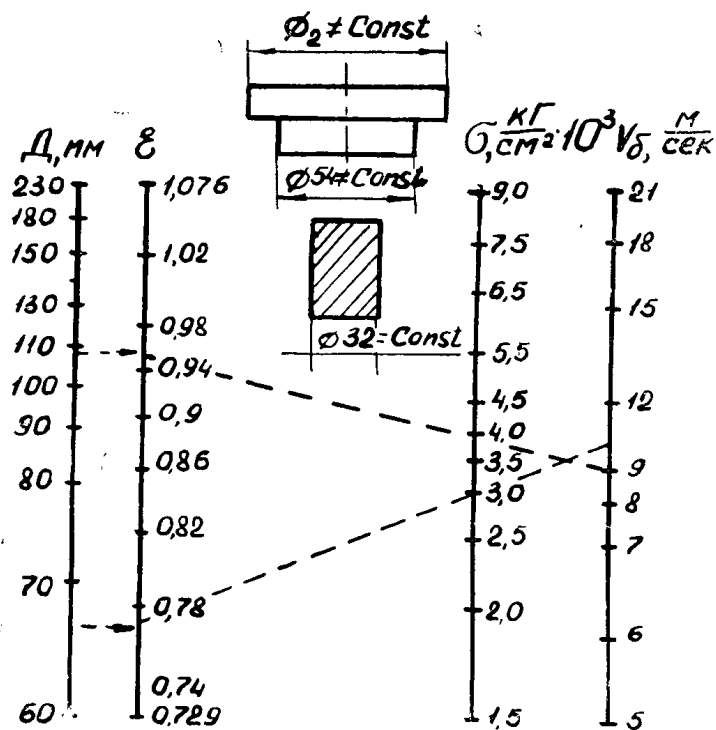


Рис. 3. Номограмма для определения максимальной амплитуды напряжений сжатия в штанге при продольном ударе для бойков двухступенчатой формы

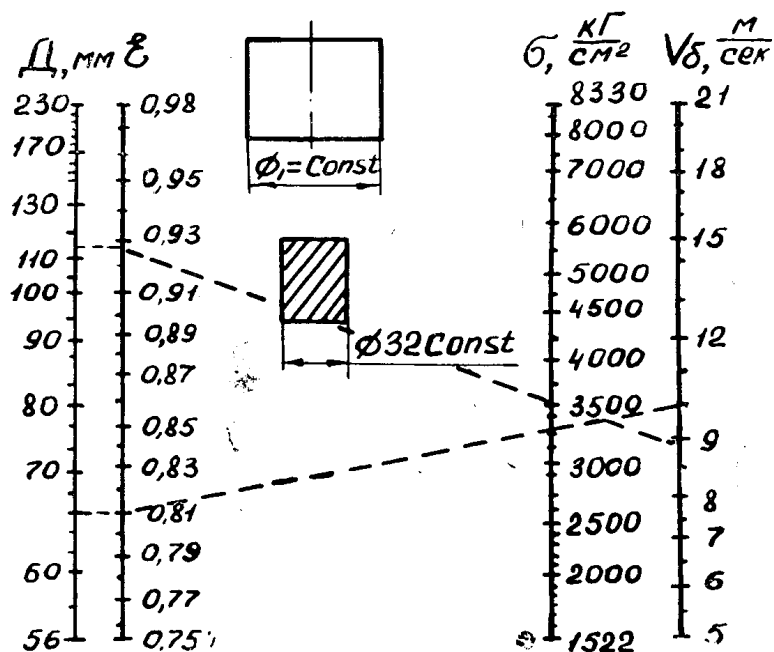


Рис. 4. Номограмма для определения максимальной амплитуды напряжения сжатия в штанге при продольном ударе для бойков цилиндрической формы

Следует заметить, что в номограммах (рис. 3 и рис. 4) введена шкала диаметров полости ствола для определения максимальной продольной деформации. Зная продольную деформацию по диаметру полости ствола и скорости бойка, легко найти максимальную амплитуду напряжения в штанге.

Таким образом, построенные номограммы позволяют быстро выбирать параметры новых ударных узлов с учетом амплитуд напряжений сжатия в штанге при продольном ударе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. О. Д. Алимов, А. А. Алимова, В. Ф. Горбунов. К методике расчета основных параметров пневматических бурильных молотков. Межвузовский сборник трудов. Вып. 1. Новосибирск, Полиграфиздат, 1963.
2. А. Г. Дядюра. Исследование и расчет бурильных молотков с независимым вращением инструмента. Новосибирск, «Наука», 1966.
3. В. Ф. Горбунов, Л. А. Саруев, А. С. Сердечный. Определение напряжений в буровых штангах при продольном ударе в зависимости от параметров пневматического ударного узла. Известия вузов, «Горный журнал», № 3, Свердловск, 1972.
4. Ф. К. Арндт. Механизм соударения поршня и штанги при ударном бурении. «Clüßkauf», 1960, № 24.
5. В. Д. Андреев. Формирование импульсов напряжений в ударных узлах буровых машин. В сб.: «Новая буровая техника при добыче полезных ископаемых». 58/15, «Недра», 1966.
6. В. З. Васильев, А. А. Кохтев и др. Справочные таблицы по деталям машин. Т. 1, М., 1965.
7. О. Д. Алимов. Техника для бурения шпуров и скважин малого диаметра, выпускаемая фирмой «Атлас копко» (Швеция). Материалы заседания секции по разрушению горных пород 23—25 ноября 1967 г. Сб. статей «Проблемы разработки рудных месторождений с применением скважинных зарядов уменьшенного диаметра». Фрунзе, 1968.
8. Д. Л. Гавра. Основы номографии с примерами из машиностроения. М.—Л., Машгиз, 1962.