

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

Условное обозначение	Единица измерения	Величина (физическая величина)
a	м/с^2	Ускорение
b_0		Свободный член в уравнении торможения
D	м	Диаметр скважины
d_H	м	Диаметр бурильной колонны наружный
$d_э$	м	Диаметр эквивалентный
g	м/с^2	Ускорение силы тяжести
He		Хедстрема критерий
L	м	Определяющий линейный размер
l	м	Координата длины, линейный размер
$l_{БК}$	м	Длина спущенной колонны бурильных труб
$l_{БТ}$	м	Длина бурильной трубы
$l_{СВ}$	м	Длина свечи
$l_{СКВ}$	м	Глубина скважины
l_w	м	Путь проходимый БК при $w=const$
p	Па	Давление
$p_{Гр}$	Па	Давление гидроразрыва пласта (min)
$p_{Пл}$	Па	Давление флюида в пласте (max)
Re		Рейнольдса критерий
S		Параметр Сен-Венана
S	м^2	Площадь поперечного сечения
V	м^3	Объем
ν	$\text{м}^3/\text{с}$	Объемный расход
w	м/с	Линейная скорость
w^*	м/с	Скорость критическая
β		Параметр
Δp	Па	Гидравлическое сопротивление
δ		Соотношение диаметров, d_H/D
η	$\text{Па} \cdot \text{с}$	Коэффициент пластической вязкости
ρ	кг/м^3	Плотность
τ_t	Па	Касательное напряжение
$\tau_{тд}$	Па	Динамическое напряжение сдвига
τ	с	Время
τ_w	с	Время движения БК при $w=const$
τ_0	с	Общее время движения БК на длину свечи

Подстрочные индексы	Обозначение
бк	Бурильная колонна
бт	Бурильная труба
гр	Гидроразрыв
дв	Энергия диссипации отнесённая к единице объёма V
кр	Критическое значение
н	Наблюдаемая
пл	Пласт
р	Разгон
св	Свеча
т	Торможение
э	Эквивалентный
wс	Постоянная скорость
τ	Напряжение сдвига
τд	Напряжение сдвига динамическое
τо	Напряжение сдвига статическое

4. Алгоритм получения уравнений разгона и торможения

$$l_p = 0,5 a_p \tau_p^2, \text{ м.} \tag{4.4}$$

$$w_{const} = a_p \tau_p, \text{ м/с.} \tag{4.5}$$

$$w_{const} = a_T \tau_T, \text{ м/с.} \tag{4.6}$$

$$a_p \tau_p = a_T \tau_T, \text{ м/с.} \tag{4.7}$$

$$a_T = \frac{a_p \tau_p}{\tau_T}, \text{ м/с}^2. \tag{4.8}$$

$$\tau_T = \frac{a_p \tau_p}{a_T}, \text{ с.} \tag{4.9}$$

$$l_T = 0,5 a_T \tau_T^2, \text{ м.} \tag{4.10}$$

$$l_w = l_{CB} - l_p - l_T, \text{ М.} \quad (4.1)$$

$$\tau_w = \frac{l_{CB} - l_p - l_T}{w_{const}}, \text{ С.} \quad (4.1)$$

$$\tau_o = \tau_p + \tau_T + \tau_{wc}, \text{ С.} \quad (4.1)$$

$$w_p = a_p \tau, \quad (4.1)$$

$$w_T = b_o - a_T \tau, \quad (4.1)$$

6. Алгоритм расчёта динамических нагрузок на пласт

$$\Delta p_{Tp} = \frac{4\sigma_{t0} l}{d_3}; \quad (6.)$$

$$\Delta p_{Td} = \frac{4\sigma_{td} l}{\beta d_3}; \quad (6.)$$

$$S = \frac{\sigma_{td} d_3}{\eta w_{6p}};$$

(6.3)

$$\delta = \frac{d_H}{D};$$

(6.4)

$$He = \frac{\sigma_{td} d_3^2 \rho}{\eta^2}. \quad (6.)$$

$$Re_{kp} = 2100 + 7,3 \cdot He^{0,58}. \quad (6.)$$

$$Re = \frac{wL\rho}{\mu};$$

(6.7)

$$Re = \frac{wL\rho}{\eta}, \quad (6.)$$

$$w_{6p}^* = \frac{Re_{kp} \eta}{d_3 \rho}. \quad (6.)$$

$$v_{6k} = w_{6k} \cdot \frac{\pi d_H^2}{4}, \text{ М}^3/\text{С.} \quad (6.1)$$

$$v_{6p} = w_{6p} \cdot \frac{\pi(D^2 - d_H^2)}{4}, \text{ М}^3/\text{С.} \quad (6.1)$$

$$w_{6k} \cdot \frac{\pi d_H^2}{4} = w_{6p} \cdot \frac{\pi(D^2 - d_H^2)}{4}. \quad (6.1)$$

$$w_{6p} = w_{6k} \cdot \frac{(d_H/D)^2}{(1 - (d_H/D)^2)}. \quad (6.1)$$

$$w_{6к}^* = w_{6р}^* \cdot \frac{(1 - (d_H/D)^2)}{(d_H/D)^2} = w_{6р}^* \cdot \frac{1 - \delta^2}{\delta^2}. \quad (6.)$$

$$\tau_{кр.р} = \frac{w_{6к}^*}{a_p}, \text{ с.} \quad (6.)$$

$$\Delta p_{тр} = f(\delta) \cdot \frac{(w_{6к})^{1,75} (\eta/\rho)^{0,25} \rho}{2(d_3)^{1,25}} \cdot l_{6к}; \quad (6.)$$

где

$$f(\delta) = 0,0488 \left(\frac{1 + \delta + \delta^2}{1 - \delta^2} \right)^{1,75}; \quad (6.)$$

$$d_3 = (D - d_H). \quad (6.)$$

$$\tau_{кр.т} = \frac{w_{6к}^* - |v_0|}{|a_T|}, \text{ с.} \quad (6.)$$

6.5. Определение сопротивления течению бурового раствора за счёт сил трения в замках (муфтах)

$$\Delta p_M = \xi \cdot \frac{w_{6р}^2 \rho}{2} \cdot n_M. \quad (6.)$$

где

$$w_{6р} = w_{6к} \frac{\delta^2}{1 - \delta^2}, \quad (6.)$$

$$\xi = 2 \left(\frac{D^2 - d_H^2}{D^2 - d_M^2} - 1 \right)^2 \quad (6.)$$

$$n_M = \frac{l_{6к}}{l_{6т}}, \quad (6.)$$

6.6. Определение инерционной составляющей

$$\Delta p_{ин} = \frac{\delta^2}{1 - \delta^2} \cdot \frac{dw_{6к}}{d\tau} \cdot \rho \cdot l_{6к}; \quad (6.)$$

$$\Delta p_{дин} = \Delta p_{тр} + \Delta p_M + \Delta p_{ин}. \quad (6.)$$

$$p_{низа} = \Delta p_{дин} + p_{г/ст}, \quad (6.)$$

$$p_{г/ст} = \rho g l_{6к}. \quad (6.)$$

$$p_{заб} = \Delta p_{дин} + \rho g l_{скв}, \quad (6.)$$