

РЕЖИМНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ВРАЩАТЕЛЬНОГО БУРЕНИЯ ШАРОШЕЧНЫМИ ДОЛОТАМИ

Болотникова О.В.

Научный руководитель канд.техн. наук Калиновская Т.Г.

Сибирский федеральный университет

К станкам вращательного бурения относятся станки шарошечного бурения, предназначенные для бурения вертикальных и наклонных скважин в породах средней крепости и крепких. Разрушение породы осуществляется шарошечным долотом, во время вращения которого при постоянном усилии подачи зубья шарошек скалывают и раздавливают горную породу.

Эффективность бурения скважин, особенно в крепких горных породах, в значительной степени определяется эксплуатационными показателями породоразрушающего инструмента и рациональными технологическими режимами. Оптимальный режим бурения определяется рациональным соотношением скорости вращения инструмента и величины осевого нажатия на него при оптимальной скорости удаления продуктов бурения из скважины. Поэтому вращательные буровые станки должны обеспечивать различный режим бурения в соответствии с характером породы. Основные параметры станков вращательного бурения — осевое давление, скорость вращения, расход сжатого воздуха и мощность, затрачиваемая на бурение, определяются диаметром скважины и крепостью пород.

Обобщенным количественным показателем механического бурения, зависящим от параметров режима бурения, является рейсовая скорость проходки. Сочетание параметров режима бурения, при котором получают наиболее высокую рейсовую скорость проходки и требуемые качественные показатели бурения называется оптимальным режимом бурения. В практике бурения встречаются случаи, когда необходимо подбирать параметры режима бурения для решения специальных задач. Такие режимы бурения называются специальными. К ним относятся режимы бурения, применяемые в неблагоприятных геологических условиях, а также режимы бурения, используемые при изменении направления оси ствола скважины (бурение наклонных и горизонтальных скважин) и при отборе кернов.

В данной работе рассматривались некоторые режимные параметры наклонного бурения шарошечными долотами под углом α . Максимальное осевое давление на забой определялось исходя из условия предельного равновесия станка в момент начала его сдвига по почве при бурении наклонной скважины под углом α . Для уравнивания бурового станка при бурении наклонной скважины рассмотрена упрощенная схема, согласно которой корпус станка опирается на почву домкратами А и В, на буровой инструмент действует сила сопротивления породы F (рис.1, а). Для проведения расчетов составлена плоская уравновешенная система сил, действующих на буровой станок, показанная на рис 1, б. С целью упрощения схемы сила сопротивления породы F перенесена в центр шарнира О вдоль оси буровой штанги.

С помощью уравнений равновесия, составленных для этой системы сил

$$\begin{aligned} \sum X_r &= F_r - f_{\text{сц}} \cdot N_A - f_{\text{сц}} \cdot N_B = 0; \\ \sum Y_k &= F_B - mg + N_A + N_B = 0; \\ \sum M_O(\vec{F}_k) &= mgc - F \sin \alpha h - F \cos \alpha (b + d) - N_A d = 0, \end{aligned}$$

были получены формулы для вычисления сил давления домкратов на грунт и силы сопротивления породы.

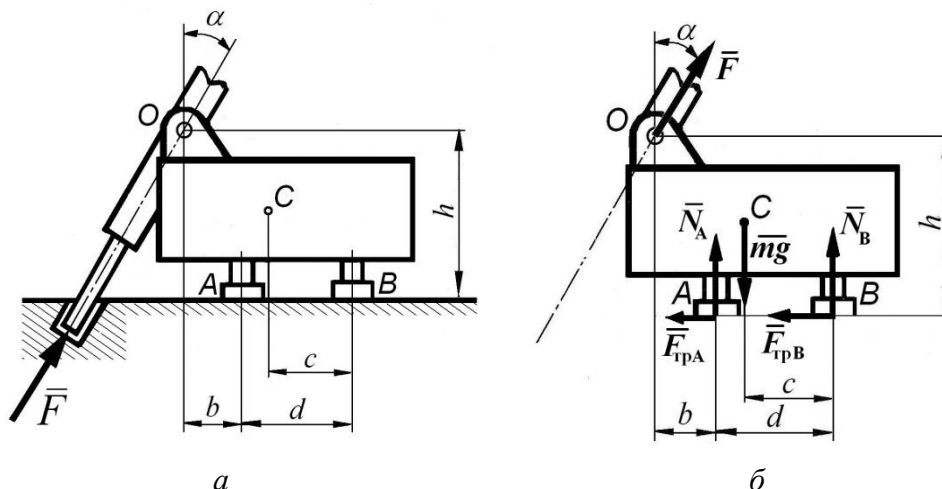


Рисунок 1 К расчету уравнивания бурового станка наклонного бурения
а- конструктивная схема; б – расчетная силовая схема

Так как сила осевого давления на забой P_{oc} равна силе сопротивления породы F , то зависимость предельного осевого давления от величины угла наклона скважины в условиях сохранения равновесия бурового станка на грунте можно выразить уравнением:

$$F^{пред} = P_{oc}^{пред} = \frac{mg \cdot f_{ц}}{(\sin \alpha + f_{ц} \cdot \cos \alpha)}, \quad (1)$$

где $f_{ц}$ – коэффициент сцепления домкратов с почвой m – масса станка.

Полученная зависимость носит нелинейный характер и показывает, что при увеличении угла наклона скважины предельные значения осевого давления на забой снижаются.

Требуемое усилие подачи, соответствующее диаметру долота D и условию равновесия корпуса бурового станка при наклонном бурении

$$P_{oc} = K \sigma_{сж} D < P_{oc}^{пред}$$

где $\sigma_{сж}$ – предел прочности породы на сжатие; K – эмпирический коэффициент.

Глубина внедрения зубьев долота в породу

$$h = \frac{1,5 \cdot 10^2 \cdot P_{oc}}{D \cdot f \cdot \left(\operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} + \mu_1 \right) K_3},$$

где f – коэффициент крепости породы, $f = 0,1 \sigma_{сж}$; μ_1 – коэффициент трения металла шарошки о породу; γ – угол заострения зуба шарошки; K_3 – коэффициент затупления зуба.

Теоретическая скорость шарошечного бурения V , м/ч

$$V = 10,8 \cdot K_{сж} \cdot h \cdot n_{вр},$$

где $K_{сж}$ – коэффициент, учитывающий уменьшение скорости бурения за счет неполного скола породы между зубьями; $n_{вр}$ – частота вращения долота, c^{-1} .

Используя зависимость (1) можно рассматривать различные варианты режимных параметров бурения в соответствии с изменением угла наклона скважины.