

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ПЛАСТА В СЛУЧАЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ИСКРИВЛЕНИЯ РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН

Г. Л. КАЛИНИЧЕНКО, С. С. СУЛАКШИН

Если скважина заложена в точке $M_0 (x_0, y_0, z_0)$ с азимутным углом α_0 и зенитным углом θ_0 , то в точке $M_1 (x_1, y_1, z_1)$ через l м (l берем в пределах 5—10 м) координаты точки $m_1 (x_1, y_1, z_1)$ будут иметь значения (рис. 1):

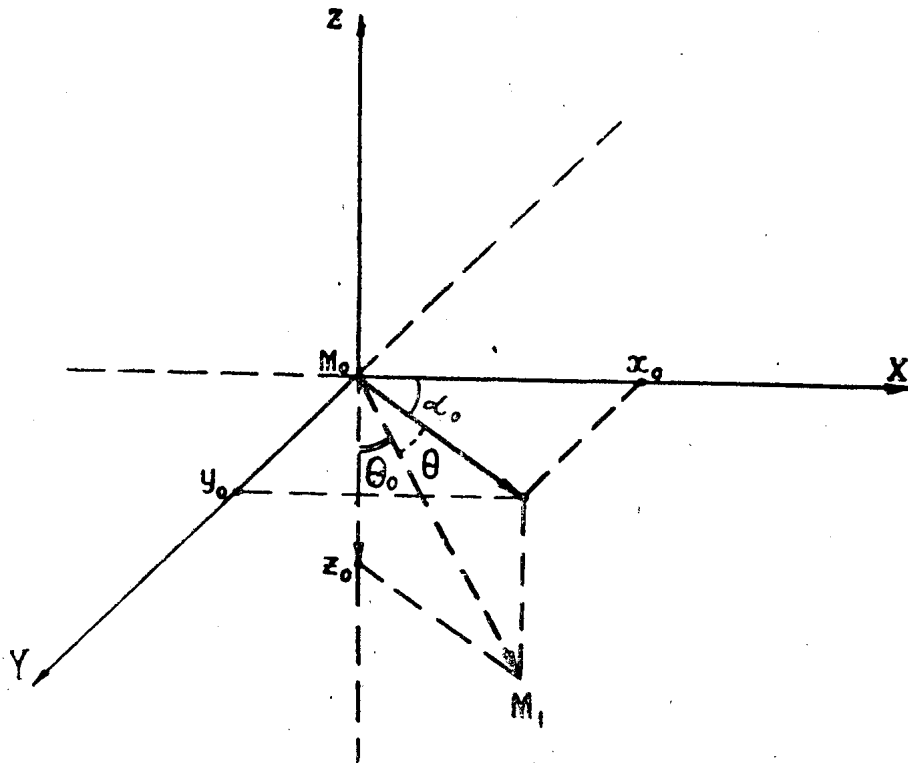


Рис. 1

$$\begin{aligned} z_1 &= z_0 + l \cdot \cos \theta \\ x_1 &= x_0 + l \cdot \sin \theta_0 \cdot \cos \alpha_0 \\ y_1 &= y_0 + l \cdot \sin \theta_0 \cdot \sin \alpha_0 \end{aligned} \quad (1)$$

Вывод этих формул очевиден.

Если измерение углов производится через равные длины проходки скважины, то координаты конца скважины на i участке найдутся по формулам:

$$\begin{aligned} z_i &= z_0 + l \sum_{k=0}^{i-1} \cos \theta_k, \\ x_i &= x_0 + l \sum_{k=0}^{i-1} \sin \theta_k \cos \alpha_k, \\ y_i &= y_0 + l \sum_{k=0}^{i-1} \sin \theta_k \sin \alpha_k. \end{aligned} \quad (2)$$

Если полезное ископаемое появилось при i -пробе, то координаты точки встречи скважины с полезным ископаемым находятся по формулам (2). Если $i+m$ первая проба не содержит полезного ископаемого, то координаты точки выхода скважины из пласта найдутся также по формулам (2), только суммирование будет производиться до $i+m-1$ индекса.

Пробурив 4 скважины, мы по формулам (2) найдем 4 точки (M_1, M_2, M_3, M_4) встречи и 4 точки (N_1, N_2, N_3, N_4) выхода скважины из пласта. Обозначим координаты точки M_i через x_i, y_i, z_i , а координаты точки N_i через x'_i, y'_i, z'_i и координаты вектора $M_i N_i$ через X_i, Y_i, Z_i , где

$$\begin{aligned} X_i &= x'_i - x_i, \\ Y_i &= y'_i - y_i, \\ Z_i &= z'_i - z_i. \end{aligned} \quad (3)$$

По четырем точкам встречи скважины с пластом мы вычисляем определитель:

$$\Delta = \begin{vmatrix} x_4 - x_1 & y_4 - y_1 & z_4 - z_1 \\ x_3 - x_1 & y_3 - y_1 & z_3 - z_1 \\ x_2 - x_1 & y_2 - y_1 & z_2 - z_1 \end{vmatrix} \quad (4)$$

Если Δ по абсолютной величине будет близко к нулю, то эти четыре точки можно считать лежащими в одной плоскости. Нормальный вектор этой плоскости будет иметь координаты:

$$\begin{aligned} A &= \begin{vmatrix} y_3 - y_1 & z_3 - z_1 \\ y_2 - y_1 & z_2 - z_1 \end{vmatrix} \\ B &= \begin{vmatrix} z_3 - z_1 & x_3 - x_1 \\ z_2 - z_1 & x_2 - x_1 \end{vmatrix} \\ C &= \begin{vmatrix} x_3 - x_1 & y_3 - y_1 \\ x_2 - x_1 & y_2 - y_1 \end{vmatrix} \end{aligned} \quad (5)$$

По формулам (4) и (5) произведем вычисления для точек N_1, N_2, N_3, N_4 . По формуле (5) мы найдем координаты нормального вектора плоскости ограничивающего пласт снизу. Если эти плоскости параллельны, то мощность пласта (его глубина) найдется по формуле

$$h = \left| \frac{AX_i + BY_i + CZ_i}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}} \right|, \quad (6)$$

где A, B, C — координаты нормального вектора, найденные по формуле (5), а X_i, Y_i, Z_i — координаты вектора $M_i N_i$.

Так как точка встречи скважины с пластом и точка выхода скважины из пласта относительно близки друг от друга, то плоскости, ограничивающие пласт снизу и сверху, практически можно считать параллельными, а поэтому вычисление на условие параллельности нижней и верхней поверхности пласта можно не производить.

Пример.

Из точки A_1 направлены 4 ствола скважины, которые встречаются с пластом в точках M_1, M_2, M_3 и M_4 , и выходят из пластов в точках N_1, N_2, N_3, N_4 (рис. 2). Координаты этих точек в метрах найдены по формулам (2):

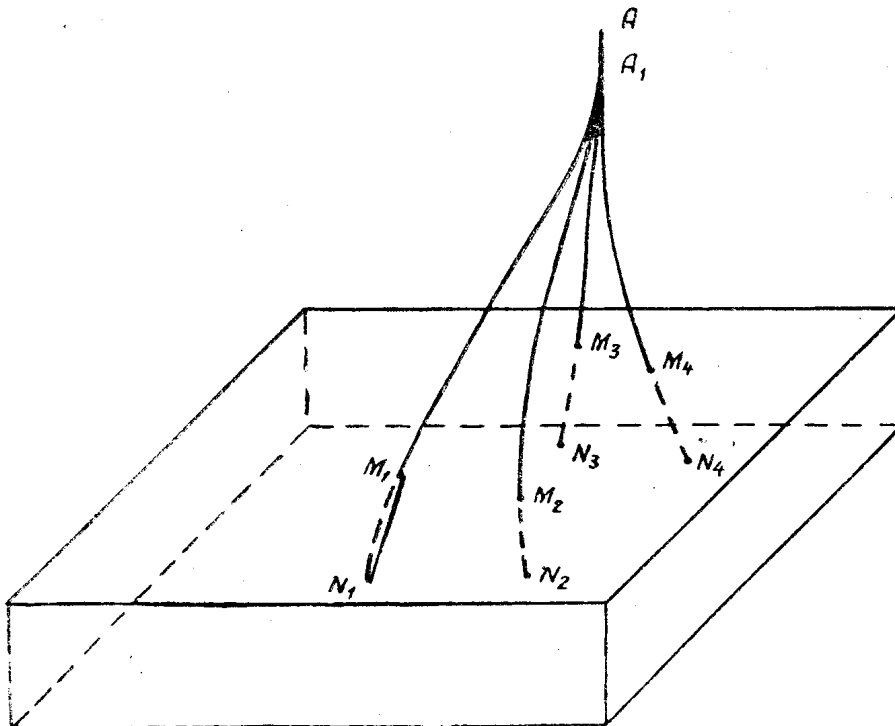


Рис. 2

M_1	(8,7;	9,6;	123,4)
M_2	(11,2;	6,2;	126,0)
M_3	(5,0;	4,8;	131,0)
M_4	(13,5;	3,3;	127,8)

Для вычисления Δ по формуле (4) и координат нормального вектора верхней плоскости пласта A, B и C по формулам (5) найдем:

$$\begin{array}{lll} x_2 - x_1 = 2,5; & y_2 - y_1 = -3,4; & z_2 - z_1 = 2,6; \\ x_3 - x_1 = -3,7; & y_3 - y_1 = -4,8; & z_3 - z_1 = 6,6; \\ x_4 - x_1 = 4,8; & y_4 - y_1 = -6,3; & z_4 - z_1 = 4,5. \end{array}$$

Подставляя найденные значения в формулу (4) и раскрывая его по алгебраическим дополнениям первой строки, получим $\Delta = 4,8 \cdot 9,96 - 6,3 \cdot 25,1 + 4,5 \cdot 24,6 = 47,8 - 158,1 + 110,7 = 0,4 \text{ м}^3$.

Легко подсчитать, что любая точка будет находиться от плоскости, проведенной через остальные три точки в пределах погрешности вычислений (измерений).

По формулам (5) найдем координаты нормального вектора $A = 9,96; B = 25,1; C = 24,6$, которые полностью определяют направление пласта.

Теперь найдем мощность пласта в точке пересечения его с первой скважиной, которая выходит из пласта в точке $N_1(+7,3; 10,8; 127,6)$. По формулам (3) находим x_1, y_1, z_1 ; $x_1 = -1,4$; $y_1 = 1,2$; $z_1 = 4,2$.
Теперь по формуле (4) определим мощность пласта в данной точке

$$h = \frac{-1,4 \cdot 9,96 + 1,2 \cdot 25,1 + 4,2 \cdot 24,6}{\sqrt{99,2 + 630,0 + 605,2}} = \frac{119,5}{36,5} = 3,3 \text{ м.}$$

Таким же образом мы можем найти мощность пласта в точках M_2, M_3 и M_4 .

ЛИТЕРАТУРА

1. С. С. Сулакшин. Искривление скважин. Госгеолтехиздат, 1960.
2. Н. Ф. Фролов, Е. Ф. Фролов. Геологические наблюдения и построения при бурении искривления скважин. Гостоптехиздат, 1957.
3. И. И. Привалов. Аналитическая геометрия. Гостехиздат, 1964.