Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XLVI, вып. 2, 1963 г.

О ВЫБОРЕ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕРА ПЕТЛИ ДЛЯ ПОИСКА СФЕРИЧЕСКОГО РУДНОГО ТЕЛА

П. Д. Кочанов

При разведке индуктивными методами часто используется кабельная петля, размеры которой желательно иметь оптимальными, т. е. такими, которые обеспечивают максимальный ожидаемый эффект. Выбор оптимальных размеров сложен и может быть решен для некоторых частных случаев.

Наибольший интерес представляет решение для метода становления, где одна и та же петля может быть использована для возбуждения рудного тела и регистрации аномалии. Очевидно критерием оценки оптимума здесь следует считать величину э. д. с., подлежащую регистрации.

Рассмотрим практически возможный случай обнаружения рудного сферического тела с малыми размерами, позволяющими принять его за диполь, магнитный момент которого определяется напряженностью первичного (возбуждающего) поля в центре тела.

Примем радиус сферы тела b и радиус кабельной петли a. Заведомо известно, что $a \gg b$. Уподобим рудное тело кольцу с током [3]. Тогда наведенную им э. д. с. в кабельной петле удобно выразить так

$$e = \frac{I\omega^2 M^2}{z_0}\ в, \tag{1}$$

где I — сила тока в кабельной петле, $а$;

ω — частота тока;

M — коэффициент взаимоиндукции кабельной петли и рудного тела, $гн/м$;

z_0 — электрическое сопротивление кольца радиуса b, эквивалентного сферическому рудному телу, $ом$.

В этом выражении только M и z_0 зависят от геометрии поисковой схемы, т. е. выбор оптимальных размеров петли может быть сведен к определению условий максимальной взаимоиндукции, если параметры рудного тела неизменны. Одним из таких условий является соблюдение соосности петли и эквивалентного кольца. Как известно [2], в этом случае взаимоиндукция

$$M = \frac{\mu_0 \pi \sqrt{ab}}{2}\left(\frac{k^3}{\gamma} + \frac{3k^5}{32} + \dots\right), \tag{2}$$

где

$$k = \frac{2\sqrt{ab}}{\sqrt{(a+b)^2 + h^2}};$$

h — расстояние между петлей и кольцом, $м$;

$$\mu_0 = 4\pi 10^{-7}\ гн/м.$$

Для исходных значений ($b \ll a$ и $b \ll h$) можно ограничиться первым членом разложения (2), т. е. считать

$$M = \frac{\mu_0 \pi a^2 b^2}{2 (a^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}. \qquad (3)$$

Максимум взаимоиндукции, очевидно, будет наблюдаться при

$$\frac{a}{h} = \sqrt{2},$$

которое, согласно определению, и должно являться основанием для выбора оптимального размера петли.

Однако полученное соотношение не отражает технико-экономической стороны метода и является, с этой точки зрения, идеальным, чем практическая ценность его умаляется.

Пусть P — мощность, расходуемая на создание тока I в петле. Тогда

$$I = \sqrt{\frac{P}{r}},$$

где r — активное сопротивление кабеля петли.

Отсюда легко прийти к выражению [1]

$$I = \frac{m}{2\pi a \sqrt{\rho\gamma}} \sqrt{PG},$$

где G — вес электропроводной силы кабеля петли;
ρ и γ — удельное сопротивление и удельный вес той же жилы;
m — коэффициент пропорциональности.

При этом (1) и (3) могут быть сведены к выражению

$$e = \frac{m \sqrt{PC} \omega^2 a^3 b^4}{\sqrt{\rho\gamma}\, 4 z_0 (a^2 + h^2)^3}, \qquad (4)$$

которое имеет максимум при $h = a$.

Сравнение результатов подхода к выбору оптимальных размеров показывает, что во втором случае, хотя и снижается использование магнитного потока на 15%, расход энергии на питание петли сокращается в два раза.

Это позволяет рекомендовать радиус петли равным глубине залегания рудного тела, как условие практического оптимума.

Выражение (4) наиболее полно отражает изучаемое явление и может быть рекомендовано для инженерных целей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кочанов П. Д. К вопросу о выборе параметров установки по методу АФИ. Сб. «Геофизическое приборостроение», вып. 9, 1961.
2. Калантаров П. Л., Цейтлин Л. А. Расчет индуктивностей. Госэнергоиздат, 1955.
3. Котюк А. Ф. Анализ схем аэроэлектроразведки методом индукции. Изд. Сиб. отд. АН СССР, 1961.
4. Логачев А. А. Курс магниторазведки. Госгеолиздат, 1951.