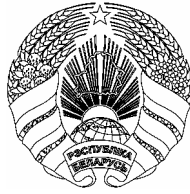


**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **12073**

(13) **С1**

(46) **2009.06.30**

(51) МПК (2006)
G 01V 3/00

(54) **СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ ДО ПОВЕРХНОСТНОГО ИСТОЧНИКА МИКРОСЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН**

(21) Номер заявки: а 20071406

(22) 2007.11.21

(71) Заявитель: Учреждение образования "Военная академия Республики Беларусь" (ВУ)

(72) Авторы: Воинов Валерий Васильевич; Карпович Елена Леонидовна; Шавров Геннадий Петрович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Военная академия Республики Беларусь" (ВУ)

(56) ВУ 1862 U, 2005.

RU 2273867 C1, 2006.

RU 2284046 C2, 2006.

SU 1182462 A, 1985.

US 4811308, 1989.

DE 3705981 A1, 1988.

(57)

Способ определения дальности до поверхностного источника микросейсмических волн, например артиллерийской батареи, характеризующийся тем, что регистрируют микросейсмические волны поверхностного источника в точке наблюдения, измеряют мощность флуктуаций тока при двух значениях глубины его проникновения в грунт между первым и вторым, а также первым и третьим электродами, установленными таким образом, что расстояние между первым и третьим электродами больше, чем расстояние между первым и вторым электродами, и определяют дальность D_u до поверхностного источника микросейсмических волн из соотношения:

$$D_u = \frac{\ln \eta - 3 \ln \frac{l_2}{l_1}}{k_1 - k_2}$$

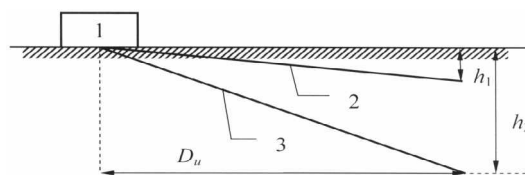
где η - отношение мощности флуктуаций тока между первым и третьим электродами к мощности флуктуаций тока между первым и вторым электродами;

l_2 - расстояние между первым и третьим электродами;

l_1 - расстояние между первым и вторым электродами;

k_1 - коэффициент поглощения микросейсмических волн на глубине грунта, равной $\frac{l_1}{4}$;

k_2 - коэффициент поглощения микросейсмических волн на глубине грунта, равной $\frac{l_2}{4}$.



Фиг. 1

ВУ 12073 С1 2009.06.30

Изобретение относится к геофизике, в частности к области исследования физических явлений, происходящих в земной коре, и может быть использовано для ведения артиллерийской разведки, то есть для определения координат огневых позиций стреляющих орудий противника и для определения отклонений разрывов снарядов своей артиллерии от цели.

Известен способ ведения звуковой разведки [1], включающий одновременное измерение параметров звуковых волн, распространяющихся в атмосфере, в трех точках пространства, находящихся на расстоянии 300-600 м друг от друга, и суждение о координатах источника звука по величинам измеренных параметров.

Однако недостатком данного способа является ограниченность технических возможностей, так как с его помощью невозможно установить дальность до источника звука, находящегося на поверхности Земли, одним измерительным устройством.

Известен также способ предсказания времени наступления землетрясения [2], включающий измерение мощности инфранизкочастотной составляющей тока в земной коре и суждение о времени предстоящего землетрясения по аномальному возрастанию и скорости этого возрастания указанной составляющей.

Однако недостатком этого способа является ограниченность технических возможностей, так как он не позволяет определять дальность до источника микросейсмических волн, находящегося на поверхности Земли.

Наиболее близким по совокупности признаков к заявляемому способу является способ определения местоположения гипоцентра и эпицентра афтершока [3], заключающийся в том, что устанавливаются в горизонтальной плоскости на земной поверхности в сейсмической зоне на коренных породах сейсмоприемников вершины равностороннего треугольника со стороной "l", измеряют скорости продольной волны v_p и поперечной v_s , принимают сейсмические сигналы от афтершоков, измеряют временные задержки t_1 , t_2 и t_3 прихода сейсмосигнала от афтершока к сейсмоприемникам, а по измеренным величинам судят о дальности эпицентра, угле места, дальности и глубине гипоцентра.

Однако недостатком этого способа является ограниченность технических возможностей, так как с его помощью невозможно определить дальность источника микросейсмических волн, находящегося на поверхности Земли.

Задачей изобретения является расширение технических возможностей способа.

Техническим результатом осуществления способа является определение дальности до источника микросейсмических волн, находящегося на поверхности Земли, например артиллерийской батареи.

Для решения поставленной задачи в способе определения дальности до поверхностного источника микросейсмических волн, например артиллерийской батареи, характеризуется тем, что регистрируют микросейсмические волны поверхностного источника в точке наблюдения, измеряют мощность флуктуации тока при двух значениях глубины его проникновения в грунт между первым и вторым, а также первым и третьим электродами, установленными таким образом, что расстояние между первым и третьим электродами больше, чем между первым и вторым электродами, и определяют дальность D_u до поверхностного источника микросейсмических волн из соотношения

$$D_u = \frac{\ln \eta - 3 \ln \frac{l_2}{l_1}}{k_1 - k_2},$$

где η - отношение мощности флуктуаций тока между первым и третьим электродами к мощности флуктуаций тока между первым и вторым электродами; l_2 - расстояние между первым и третьим электродами; l_1 - расстояние между первым и вторым электродами; k_1 -

ВУ 12073 С1 2009.06.30

коэффициент поглощения микросейсмических волн на глубине грунта $\frac{l_1}{4}$; k_2 - коэффициент поглощения микросейсмических волн на глубине грунта $\frac{l_2}{4}$.

Сущность способа поясняют фиг. 1 - 3.

Обозначения на фиг. 1 следующие:

- 1 - поверхностный источник микросейсмических волн, например артиллерийская батарея;
- 2 - первая трасса распространения микроакустических волн, соответствующая средней глубине h_1 проникновения тока в грунт;
- 3 - вторая трасса распространения микроакустических волн, соответствующая средней глубине проникновения тока в грунт h_2 , большая h_1 ;

D_u - горизонтальная дальность источника микросейсмических волн.

На фиг. 2 обозначено:

- 4 - первый электрод;
- 5 - второй электрод;
- 6 - третий электрод;
- 7 - источник питания;
- 8 - измерительное устройство;
- 9 - вычислитель;
- 10 - индикатор;

l_1 - расстояние между первым и вторым электродами;

l_2 - расстояние между первым и третьим электродами.

Принцип действия способа заключается в следующем. Источник, например стреляющая батарея противника 1 (фиг. 1), создает микросейсмические волны. Эти волны распространяются от источника в точку наблюдения, где расположено устройство регистрации микросейсмических волн, показанное на фиг. 2.

Микросейсмические волны модулируют сопротивление грунта между первым 4 и вторым 5, а также между первым 4 и третьим 6 электродами.

Мощность флуктуаций тока, протекающего между первым 4 и вторым 5 и между первым 4 и третьим 6 электродами прямо пропорциональна мощности микросейсмических волн в промежутках между электродами.

Расстояние между первым 4 и вторым 5 электродами равно l_1 , а между первым 4 и третьим 6 электродами - l_2 , причем l_2 больше l_1 .

Поэтому глубина проникновения тока в грунт [4] между первым 4 и вторым 5 электродами равна $\frac{l_1}{2}$, а глубина проникновения тока между первым 4 и третьим 6 электродами будет равна $\frac{l_2}{2}$.

При этом средние глубины проникновения тока в грунт равны соответственно:

$$h_1 = \frac{l_1}{4} \text{ и } h_2 = \frac{l_2}{4}. \quad (1)$$

В соответствии с фиг. 1 эти величины (h_1 и h_2) следует считать средними глубинами участков волнового фронта микросейсмической волны, проходящих в точку наблюдения по первой 2 и второй 3 трассам соответственно.

При этом объемная плотность мощности микросейсмических волн P изменяется с расстоянием D_u до источника по закону:

$$P = P_0 e^{-k D_u} \left(\frac{D_0}{D_u} \right)^n. \quad (2)$$

Здесь P_0 - объемная плотность мощности микросейсмических волн, создаваемая источником волн; k - коэффициент поглощения среды; n - в общем случае известный коэффициент, определяющий тип волны: $1 \leq n \leq 2$; D_0 - характерный размер области микросейсмического возмущения грунта источником 1; D_u - расстояние от источника микросейсмических волн до точки наблюдения.

Величина коэффициента поглощения грунта достаточно сложно зависит от глубины прохождения трассы [5] и положения источника микросейсмических волн.

В связи с этим коэффициенты поглощения волн, идущих по первой трассе 2 (фиг. 1) и по второй 3, различны. То есть объемные плотности мощности участков фронта микросейсмической волны в объеме тока между первым 4 и вторым 5 электродами P_1 , а также между первым 4 и третьим 6 электродами P_2 соответственно равны:

$$P_1 = P_0 e^{-k_1 D_1} \left(\frac{D_0}{D_1} \right)^n, \quad (3)$$

$$P_2 = P_0 e^{-k_2 D_2} \left(\frac{D_0}{D_2} \right)^n, \quad (4)$$

где k_1, k_2 - коэффициенты поглощения волн, распространяющихся вдоль первой 2 и второй 3 трасс соответственно; D_1, D_2 - расстояния от источника микросейсмических волн до середины глубины проникновения тока в грунт между первым 4 и вторым 5 электродами, а также между первым 4 и третьим 6 электродами соответственно.

Для расстояний D_1, D_2 и l_2 справедливы соотношения:

$$\begin{aligned} D_1 &\gg l_2, \\ D_2 &\gg l_2, \end{aligned} \quad (5)$$

откуда следует

$$D_1 \approx D_2 \approx D_u, \quad (6)$$

где D_u - горизонтальная дальность источника микросейсмических волн.

Мощность флуктуаций тока $\langle i^2 \rangle$ в межэлектродном промежутке прямо пропорциональна мощности микросейсмических волн и равна:

$$\langle i^2 \rangle = \alpha V P_0 e^{-k_2 D_2} \left(\frac{D_0}{D_u} \right)^n, \quad (7)$$

где α - коэффициент пропорциональности, V - объем межэлектродного промежутка.

Объем межэлектродного промежутка V равен половине объема эллипсоида вращения с осями l и $\frac{l}{2}$ [4], т.е.

$$V = \frac{\pi l^3}{16}. \quad (8)$$

Учитывая (3-8), найдем дисперсии флуктуаций тока в обоих межэлектродных промежутках:

$$\langle i_1^2 \rangle = \alpha \frac{\pi l_1^3}{16} P_0 e^{-k_1 D_u} \left(\frac{D_0}{D_u} \right)^n, \quad (9)$$

$$\langle i_2^2 \rangle = \alpha \frac{\pi l_2^3}{16} P_0 e^{-k_2 D_u} \left(\frac{D_0}{D_u} \right)^n. \quad (10)$$

Откуда следует:

$$\eta = \frac{\langle i_2^2 \rangle}{\langle i_1^2 \rangle} = \left(\frac{l_2}{l_1} \right)^3 e^{(k_1 - k_2) D_u}. \quad (11)$$

ВУ 12073 С1 2009.06.30

Из соотношения (10) следует, что при известных l_1 , l_2 и k_1 , k_2 величина η является только функцией расстояния D_u . Следовательно, определение η позволяет определить величину D_u .

На основании (11) имеем:

$$\ln \eta = 3 \ln \frac{l_2}{l_1} + (k_1 - k_2) D_u. \quad (12)$$

Откуда следует:

$$D_u = \frac{\ln \eta - 3 \ln \frac{l_2}{l_1}}{k_1 - k_2}. \quad (13)$$

Схема практической реализации способа показана на фиг. 2.

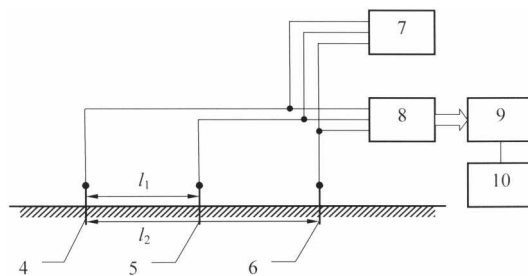
Источник питания 7 подает напряжение на первый 4 и третий 6 электроды, в результате между ними протекает электрический ток i_2 , достигая глубины $\frac{l_2}{2}$. Этот ток создает напряжение на сопротивлении межэлектродного промежутка между первым 4 и вторым 5 электродами. Это напряжение прямо пропорционально току, протекающему в грунте на глубине $\frac{l_1}{2}$. В результате измерительное устройство создает на выходе два сигнала. Один сигнал прямо пропорционален мощности флуктуаций тока, проникающего на глубину $\frac{l_1}{2}$, а второй, соответственно, мощности флуктуаций тока, проникающего на глубину $\frac{l_2}{2}$. Эти сигналы с выходов измерительного устройства 8 поступают на вход вычислителя 9, который вычисляет горизонтальную дальность D_u в соответствии с формулой (10). Величина D_u индицируется индикатором 10.

На фиг. 3 показана зависимость относительной погрешности $\frac{\Delta D_u}{D_u}$ измерения горизонтальной дальности заявляемым способом от величины отношения горизонтальной дальности D_u к максимальному межэлектродному расстоянию l_2 . Эта погрешность зависит от отношения межэлектродных расстояний $\frac{l_2}{l_1}$.

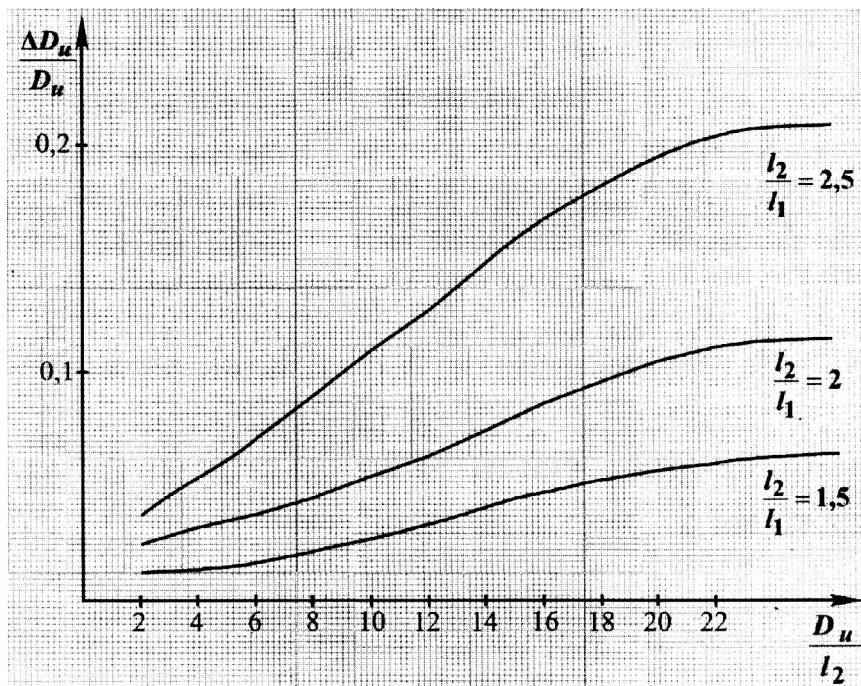
Приведенные данные свидетельствуют о наличии технической возможности определения дальности до источника микросейсмических волн с помощью операций заявляемого способа, а следовательно, и о расширении технических возможностей способа-прототипа.

Источники информации:

1. Руководство по боевой работе в подразделениях звуковой разведки артиллерии. Министерство обороны РБ.- Минск, 2005. Утверждено приказом начальника генерального штаба вооруженных сил - первого заместителя министра обороны РБ 06.12.2005. № 669.- С. 4.
2. А.с. СССР 1182462, МПК G 01V 3/00, 1985.
3. RU 228446 С2, 2006.
4. Жданов М.С. Электроразведка.- М.: Недра, 1986.- С. 104.
5. Физический энциклопедический словарь.- М.: Советская энциклопедия, 1965.- С. 507.



Фиг. 2



Фиг. 3