

Корисна модель відноситься до вибухової справи та магнітометрії, зокрема, до засобу відокремлення сподіваних нелінійних магнітних сигналів від глибинних джерел літосфери від численних лінійних магнітних сигналів перешкод при подрібненні кристалічних гірських порід енергією вибуху і може бути використана як при промислових вибухах у кар'єрах, так і при цільових вибухах конкретного призначення, при цьому необхідно зазначити, що індикація - це визначення, вимірювання, записування різних показників, об'єктів [Словник іноземних слів/ за редакцією член кор. АН УРСР О.С.Мельничука - К: 1974, с.281].

Подрібнення кристалічних гірських порід енергією вибуху є широко відомим засобом економічно вигідного видобутку корисних копалин, так як потребує незначного часу для відокремлення деякої частини гірської породи від основного масиву та її транспортування для подальшої переробки, що значно зменшує матеріальні затрати при досягненні кінцевого результату в порівнянні з іншими сучасними технологіями, але до сьогодні складне фізичне явище подрібнення кристалічних гірських порід енергією вибуху за будь-яким іншим призначенням, крім гірничодобувної та, частково, будівельної галузі і медицини, не застосовується.

Задачею корисної моделі є здійснення певно однозначної індикації нелінійних магнітних сигналів від глибинних джерел літосфери, в якій шляхом використання відомого фізичного явища за новим призначенням досягають стовідсоткового відокремлення сподіваних нелінійних магнітних сигналів від глибинних джерел літосфери на фоні численних лінійних магнітних сигналів перешкод різноманітного походження.

Поставлена задача досягається застосуванням відомого фізичного явища подрібнення кристалічних гірських порід енергією вибуху вперше для здійснення індикації нелінійних магнітних сигналів від глибинних джерел літосфери.

Новою суттєвою ознакою, необхідною і достатньою у всіх випадках, на які поширюється запитуваний обсяг правової охорони є здійснення дією відомого фізичного явища подрібнення кристалічних гірських порід енергією вибуху можливості стовідсоткової індикації нелінійних магнітних сигналів від глибинних джерел літосфери завдяки виявленню наслідків взаємодії потужного супутного нелінійного магнітного поля, що виникає при масовій раптовій руйнації магнітних зв'язків в кристалах гірських порід енергією вибуху і магнітного поля сподіваних нелінійних сигналів від глибинних джерел літосфери та магнітного поля численних лінійних магнітних сигналів перешкод різноманітного походження, завдяки чому в околиці регіональних тектонічних розломів здійснюється результативний моніторинг накопичення пружної енергії глибинними осередками літосфери, які знаходяться в деструктивно напруженому стані.

Суть корисної моделі полягає в наступному.

Скалярні та векторні фізичні поля за своєю структурою поділяються на два типи - лінійні та нелінійні, при цьому лінійні поля можуть бути, як динамічними, так і статичними, а нелінійні поля є виключно динамічними.

За своїми якісними властивостями лінійні та нелінійні фізичні поля суттєво відрізняються між собою, а саме, лінійні поля є адитивними, а нелінійні - неадитивними, тобто, лінійні поля при взаємодії складаються, а нелінійні поля при взаємодії вже не складаються, тому і є більш складними, неадитивними, і значно важче піддаються дослідженню.

Необхідно зазначити, що в описі винаходу розглядається корисне для геофізичної практики нелінійне магнітне поле у вигляді відокремлених суттєво самостійних нелінійних магнітних хвиль (сигналів), що поширюються в магнітопроникному середовищі кристалічних гірських порід літосфери поряд з деякими іншими динамічними магнітними утвореннями в цьому ж середовищі, тому треба привести декілька роз'яснень відносно термінології.

В спеціалізованій літературі нелінійні магнітні хвилі в магнетиках називаються або солітонами, або нелінійними спіновими хвилями, але, по перше, термін „солітон” взятий з гідродинаміки і не є векторною структурою [Многолиний солитон/ А.Т.Филлипов - М: 1986, с.13], по друге, як свідчить практика, нелінійні спінові хвилі (спін-магнітний момент) існують не тільки в магнетиках, а виникають і поширюються в будь-якому магнітопроникному середовищі, в тому числі і в гірських породах літосфери і, навіть, у вакуумі при виконанні загальних умов неперервності складових магнітного поля, дотримання та нормальних до поверхні розділу двох середовищ [Магнетизм - что это?/ В.Г.Барьяхтар, Б.А.Иванов - К: 1981, с.5-6], тому автори вважають за доцільне нелінійні спінові хвилі (солітони) в гірських породах літосфери визначити більш узагальненим терміном - нелінійні магнітні сигнали.

Також необхідно зазначити, що останнім часом при реєстрації геомагнітного поля використовують одиницю індукції магнітного поля нТ (нанотесла), тоді як при вимірах магнітного поля Землі, небесних тіл та міжпланетного простору застосовується одиниця напруженості магнітного поля гамма ( $\gamma$ ), яка дорівнює  $10^{-5}$ Е (ерстед) і в вакуумі, але тільки в вакуумі, відповідає нанотесла

$$1\gamma = 10^{-9}\text{Т} = 1\text{нТ},$$

[Единицы физических величин и их размерности / Л.А.Сена - М: 1977, с.221-222].

Зважаючи на це, і ще й на те, що сучасною магнітометричною апаратурою доступні виміри геомагнітного поля порядку пікотесла ( $10^{-12}\text{Т}$ ) і навіть фемтотесла ( $10^{-15}\text{Т}$ ) [Сверхчувствительная магнитометрия и биомagnetизм/ В.Л.Введенский, В.И.Ожогин - М: 1986, с.6], які при використанні одиниці напруженості магнітного поля у відповідають більш звичній термінології м $\gamma$  (мілігамма) та мк $\gamma$  (мікрогамма), в даному описі буде використовуватись саме одиниця напруженості магнітного поля  $\gamma$  (гамма).

В глибинах літосфери порядку перших десятків кілометрів кристалічні гірські породи знаходяться під більш-менш значним літостатичним тиском, внаслідок чого набувають певного геоелектричного потенціалу, тому, при флюктуаціях літостатичного тиску в деяких просторово обмежених областях літосфери, розбалансовані кристали гірських порід випромінюють електромагнітну енергію, в тому числі і у вигляді нелінійних магнітних сигналів, при цьому відомо, що геоелектричний потенціал починає проявляти помітну електромагнітну активність при досягненні літостатичним тиском, приблизно, величини 900МПа (мегапаскаль), тобто, з глибини більш ніж 25км.

Особливо схильні до масштабних флюктуацій літостатичного тиску осередки гірських порід, що знаходяться в околиці регіональних тектонічних розломів, так як вони майже постійно знаходяться в деструктивно напруженому стані внаслідок аперіодичних зрушень, більшої чи меншої інтенсивності, надмасивних блоків гірських порід по обидва боки розломів.

Вочевидь, контроль інтенсивності накопичення пружної енергії в нестабільних осередках гірських порід в

околиці регіональних тектонічних розломів є найперш необхідною справою в процесі розв'язання проблеми попередження часу раптових незворотних масштабних деформацій земної кори, але нелінійні магнітні сигнали поширюються в літосфері на фоні рівновеликих лінійних магнітних сигналів перешкод, в основному таких як блукаючі мікроструми та, особливо, численні телурічні струми, які наводяться в літосфері турбулентними потоками іоносфери.

Така сукупність динамічних магнітних утворень створює значний геомагнітний шум, що практично унеможливує реєстрацію нелінійних магнітних сигналів глибинного походження на поверхні розділу атмосфера - літосфера.

Складові геомагнітного шуму, такі як блукаючі мікроструми, телурічні струми та магнітні імпульси є лінійними утвореннями, тому при взаємодії обміну енергії між ними не відбувається, вони вільно проходять один крізь одного, не змінюючи своєї форми, виконуючи принцип адитивності, тобто, є взаємно проникними фізичними структурами.

По іншому поведуть себе нелінійні магнітні сигнали, які, звичайно, теж є складовою частиною геомагнітного шуму, але є дискретними відокремленими утвореннями імпульсоїдного, не лінійного типу.

Відомо, що суттєво самітний нелінійний магнітний сигнал, який знаходиться на відстані від інших, рухається з постійною швидкістю без зміни своєї форми та напрямку руху, але самою значною властивістю динаміки нелінійних магнітних сигналів є виконання асимптотичного принципу суперпозиції, який полягає в тому, що якщо нелінійні магнітні сигнали вступають у взаємодію, то з часом вони виходять з області взаємодії, поновлюючи попередні форми, швидкості та напрямку руху, при цьому в момент зближення форма нелінійних магнітних сигналів дуже спотворюється, але потім повністю поновлюється, отже, нелінійні магнітні сигнали не зовсім вільно проходять один крізь одного, між ними відбувається деяке миттєве протистояння, але після миті взаємодії вони не втрачають ні своєї форми, ні своєї швидкості, ні напрямку свого руху.

Внаслідок цього постає надзвичайно важливе для геофізичної практики питання, а саме, як взаємодіють і які наслідки взаємодії двох споріднених магнітних структур, тобто, нелінійного та лінійного магнітного поля.

Автори-геофізики протягом 16 років (1990-2006рр.) досліджували взаємодію нелінійного та лінійного магнітного поля з метою пошуку засобів відокремлення корисних нелінійних магнітних сигналів глибинного походження від численних рівновеликих лінійних магнітних сигналів перешкод геомагнітного шуму і виявили наступне.

При подрібненні кристалічних гірських порід енергією вибуху, в результаті численної незворотної руйнації магнітних зв'язків у кристалах гірських порід, виникає потужне нелінійне магнітне поле у вигляді щільного пакета нелінійних магнітних сигналів, які, як було зазначено, є дискретними утвореннями. Цей пакет здійснює експансію в літосферу, в середовищі якої знаходяться як аномальне, так і нормальне магнітне поле Землі, а також вищезгаданий геомагнітний шум.

Експансійний пакет нелінійних магнітних сигналів, який, для стислості, надалі визначатиме як експакет, рухається з постійною швидкістю в напрямку глибинних областей відносно земної поверхні, при цьому, що найважливіше, відбувається суттєве явище - при проходженні фронту експакету спостерігається помітний стрибок статичного магнітного поля на поверхні спостережень порядку  $150 < \gamma < 250$ , в залежності від потужності вибуху та віддалі від центру вибуху, яка становила при дослідках не більше одного кілометра, а при проходженні тилу експакету статичне магнітне поле на поверхні спостережень не повертається до попереднього значення, яке було до здійснення вибуху і поновлюється до початкового значення лише протягом 20-30 діб, а в деяких випадках навіть і більше.

Пояснення цього феномену, згідно з законом збереження енергії, є тільки одне - поглинання магнітної енергії і аномального, і нормального магнітного поля Землі, і лінійної складової геомагнітного шуму обширним нелінійним магнітним полем, яке виникає при масовому подрібненні кристалічних гірських порід енергією вибуху у вигляді експакета, а значне запізнення поновлення попереднього значення магнітного поля на поверхні спостережень пояснюються тим, що таке поновлення відбувається за рахунок енергії тільки загального магнітного поля Землі, адже поглинену енергію експакет розсіює в глибинах літосфери при поступовому згасанні своєї потужності, тобто, знову повертає поглинену магнітну енергію в магнітне поле Землі, але в розсіяному вигляді, і для того, щоб консолідувати цю енергію у попередній кількості, потрібен певний час.

Що стосується нелінійної складової геомагнітного шуму, то згідно з асимптотичним принципом суперпозиції, при проходженні експакету глибинними областями літосфери, зустрічні та субзустрічні нелінійні магнітні сигнали проходять крізь експакет з відновленням своїх форм, швидкостей та напрямку руху.

Необхідно зазначити, що випромінювання нелінійних магнітних сигналів глибинними джерелами літосфери, які входять в геомагнітний шум, не є неперервним у часі та просторі, адже, об'єктивно, пружні напруження в літосфері розподіляються в осередку деструктивних напружень нерівномірно і на поверхні спостережень нелінійних магнітних сигналів від глибинних джерел літосфери є як зони магнітної дії, так і зони магнітної тіні, Фіг.1, де 1 - поверхня спостережень, 2 - зона магнітної дії глибинного джерела нелінійних магнітних сигналів, 3 - зона магнітної тіні глибинного джерела нелінійних магнітних сигналів, 4 - глибинне джерело нелінійних магнітних сигналів, тому існування на поверхні спостережень зон магнітної дії є дуже рідкісним явищем, і для їх виявлення завжди потрібне ретельне відповідне дослідження.

Поглинання або, як наслідок, екранування експакетом лінійної складової геомагнітного шуму і, водночас, фільтрацію експакетом нелінійної складової геомагнітного шуму було досліджено авторами опису в околиці регіонального тектонічного розлому на території України за період 1990-1993рр. та 2000-2006рр. і, на правах пріоритету автори, геофізики за фахом, визначили ефект екранування обширним нелінійним магнітним полем лінійних магнітних сигналів геомагнітного шуму, і, водночас, фільтрацію цим же полем зустрічних та субзустрічних нелінійних магнітних сигналів геомагнітного шуму, як ефект Мантулі - Чепурного, адже, застосування відомого фізичного явища подрібнення кристалічних гірських порід енергією вибуху як засобу індикації нелінійних магнітних сигналів від глибинних джерел літосфери стало можливим тільки завдяки виявленню та дослідженню авторами ефекту екранування обширним нелінійним магнітним полем лінійних магнітних сигналів геомагнітного шуму і, водночас, фільтрацію ним же зустрічних та субзустрічних нелінійних магнітних сигналів геомагнітного шуму.

Застосування подрібнення кристалічних гірських порід енергією вибуху як засобу індикації нелінійних

магнітних сигналів від глибинних джерел літосфери здійснюється наступним чином.

В околиці регіонального тектонічного розлому, де в глибинах літосфери кристалічні гірські породи знаходяться в стані накопичення пружної енергії, і, як було зазначено раніше, випромінюють нелінійні магнітні сигнали, здійснюється рекогносцировка геомагнітного шуму надчутливою магнітометричною апаратурою з метою виявлення сподіваних зон магнітної дії глибинних джерел літосфери (Фіг.1) на загальному фоні геомагнітного шуму, тобто, майже рівновеликих лінійних магнітних сигналів.

Геомагнітна рекогносцировка провадиться з допомогою, як мінімум, трьох надчутливих магнітометрів, рознесених на віддаль декількох кілометрів, що дозволяє здійснити кореляцію магнітних сигналів для того, щоб якомога більше звільнитися від зайвого геомагнітного шуму, при цьому віддаль між точками реєстрації 0, 1, 2 ретельно вимірюється геодезичними засобами.

Зазначена методика не дозволяє остаточно відрізнити корисний нелінійний магнітний сигнал від зайвого геомагнітного шуму, але дозволяє, внаслідок кореляції, виявити на поверхні спостережень найбільш перспективні прямолінійні ділянки, де найоптимальніше корелюються ймовірні нелінійні магнітні сигнали для здійснення індикації нелінійних магнітних сигналів від глибинних джерел літосфери.

Після виявлення зазначених перспективних ділянок, чергова реєстрація геомагнітного шуму на кожній із них, або на одній із них, здійснюється на поверхні спостережень надчутливими магнітометрами з таймерами в трьох закріплених точках 0, 1, 2 вже обов'язково під час проведення поблизу подрібнення кристалічних гірських порід енергією вибуху, в результаті чого на трьох, рознесених на віддалі декількох кілометрів магнітометрах з таймерами, реєструються та корелюються тільки нелінійні магнітні сигнали геомагнітного шуму, відповідно виявленому та дослідженому авторами-геофізиками ефекту екранування обширним нелінійним магнітним полем лінійних магнітних сигналів геомагнітного шуму, і, водночас, фільтрацію цим же полем зустрічних та субзустрічних нелінійних сигналів геомагнітного шуму, при цьому фіксується час реєстрації з точністю до сотих часток секунди.

Глибинність нелінійних магнітних сигналів, зареєстрованих вищезазначеним способом, оцінюється завдяки основним їхнім властивостям:

- а) нелінійні магнітні сигнали поширюються в магніто проникному середовищі прямолінійно;
- б) швидкість поширення нелінійних магнітних сигналів в атмосфері майже не відрізняється від швидкості їх поширення в кристалічних гірських породах і становить біля 9000м/с.

Зважаючи на це, врахування часу запізнення реєстрації двох корельованих нелінійних магнітних сигналів в точках реєстрації 1 та 2, відносно часу реєстрації нелінійного магнітного сигналу в нульовій точці, дозволяє наближено побудувати обвідну трьох напівкіл (Фіг.2) з радіусами

$$\begin{cases} R_0 = 0 \\ R_1 = \Delta t_1 \times v_A \\ R_2 = \Delta t_2 \times v_A \end{cases} \quad (1)$$

та центрами в точках реєстрації 0, 1, 2 відповідно, де  $\Delta t_1$  та  $\Delta t_2$  - час запізнення реєстрації нелінійних магнітних сигналів в точках реєстрації 1 та 2 відносно часу реєстрації нелінійного магнітного сигналу в нульовій точці при  $R_0=0$ ,  $v_A=9000\text{м/с}$  - швидкість нелінійних магнітних сигналів в кристалічних гірських породах літосфери.

Радіус  $R_D$  обвідної трьох напівкіл (1), (Фіг.2), наближено оцінює глибинність джерела нелінійних магнітних сигналів в літосфері.

Приклад.

В Україні на Кримському півострові, між містами Сімферополь та Джанкой, міститься субширотний регіональний тектонічний розлом, рухливість по обидва боки якого надмасивних блоків кристалічних гірських порід накопичує в глибинах літосфери пружну енергію, що час від часу спричиняє раптові незворотні масштабні деформації земної кори з катастрофічними наслідками.

Як було раніше зазначено, процес накопичення пружної енергії в глибинах літосфери супроводжується випромінюванням електромагнітної енергії при невідворотних флюктуаціях літостатичного тиску в деяких локально обмежених осередках літосфери в околиці регіональних тектонічних розломів, в тому числі і у вигляді нелінійних магнітних сигналів, отже, реєстрація таких сигналів, вочевидь, є надійним засобом контролю кількісного накопичення пружної енергії в деструктивно напружених осередках літосфери.

У відповідності з цим, в околиці кримського тектонічного розлому здійснювалась рекогносцировка випромінювання сподіваних нелінійних магнітних сигналів глибинного походження надчутливою магнітометричною апаратурою, яка дозволяла реєструвати геомагнітний шум порядку  $m\gamma$  (мілігамм), і упродовж декількох років спостережень були виявлені дві перспективні ділянки для здійснення індикації нелінійних магнітних сигналів, припустимо від глибинних джерел літосфери.

Необхідно зазначити, що в зв'язку з тимчасовою обмеженістю технічних засобів, рекогносцировка здійснювалась вздовж шосе Ялта - Севастополь та Сімферополь - Ялта, і зони магнітної дії джерела, припустимо, нелінійних магнітних сигналів були виявлені вздовж наближено прямих ділянок на поверхні спостережень, а саме, Кацивелі - Симеїз -Алупка та Гурзуф - Малий Маяк - Алушта, при цьому вздовж ділянки Алупка - Гурзуф спостерігалась зона магнітної тіні.

В зв'язку з тим, що вгору по схилу від селища Кипарисне, яке знаходиться біля селища Малий Маяк, знаходиться Шархинський кар'єр палеогранітів, які подрібнюються енергією вибуху, під час планового дослідження сейсмічної дії промислових вибухів синхронно були здійсненні спостереження екранування обширним нелінійним магнітним полем лінійних магнітних сигналів геомагнітного шуму при одночасній фільтрації цим же полем зустрічних та субзустрічних нелінійних магнітних сигналів геомагнітного шуму.

Спостереження здійснювались трьома мікропроцесорними індикаторами електромагнітного поля з таймерними приставками МІЕМП-4/1 (серія „Симеїз“) з чутливістю  $1m\gamma$  (милигамма) в точках Гурзуф (0,  $R_0$ ), Малий Маяк (1,  $R_1$ ), Алушта (2,  $R_2$ ), (Фіг.2).

За період 2000-2006рр. в серії з двадцяти промислових вибухів в Шархинському кар'єрі для подрібнення палеогранітів, побіжно, без будь-яких геомагнітних перешкод, було однозначно зареєстровано нелінійні магнітні сигнали потужністю  $6,4 < \gamma < 16,0$ , які ненабагато зменшувались по модулю в напрямку Гурзуф - Алушта.

Всі відокремлені нелінійні магнітні сигнали були зареєстровані в точках спостереження Малий Маяк (1,  $R_1$ ) та

Алушта (2,  $R_2$ ) з середнім запізненням відносно нульової точки відліку часу Гурзуф (0,  $R_0$ ) відповідно  $\Delta t_1 = 0,33\text{с}$  та  $\Delta t_2 = 0,83\text{с}$ .

На дільниці Кацівелі - Симеїз - Алушта, в зв'язку з тимчасовою відсутністю технічних можливостей, аналогічні спостереження не відбувались.

Відповідно (1) та середніх значень запізнень  $\Delta t_1$  та  $\Delta t_2$ , для побудови обвідної були обчислені радіуси на півкіл

$$\begin{cases} R_0 = 0 \\ R_1 = 0,33\text{с} \cdot 9 \frac{\text{км}}{\text{с}} \approx 3,0\text{км} \\ R_2 = 0,83\text{с} \cdot 9 \frac{\text{км}}{\text{с}} \approx 7,5\text{км} \end{cases} \quad (2)$$

Проводячи, згідно з (2), у деякому перерізі відповідні напівкола в точках спостережень 0, 1, 2, та будуючи відомим способом обвідну через відповідні точки напівкіл з радіусами

$$\begin{aligned} R_0 &= 0,0\text{км}, \\ R_1 &= 3,0\text{км}, \\ R_2 &= 7,5\text{км}, \end{aligned}$$

було одержано, як радіус обвідної  $R_D$  в масштабі 1:500000 (Фіг.2), наближену оцінку глибинності джерела магнітних сигналів в літосфері

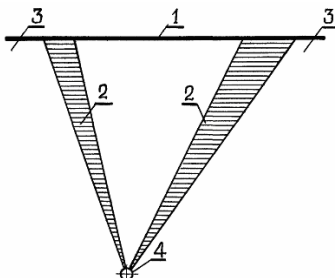
$$R_D \approx 56\text{км}. \quad (3)$$

Отже, в околиці регіональне тектонічного розлому Кримського півострова, згідно з раніше зазначеним та (3), на глибині літосфери, наближено, в межах

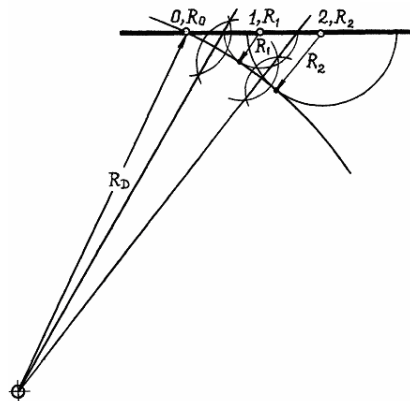
$$25 < h < 55 \quad (4)$$

кілометрів, міститься осередок накопичення пружної енергії, внаслідок чого відбувається випромінювання нелінійних магнітних сигналів далеко за межі цього осередка на фоні рівновеликих лінійних магнітних сигналів геомагнітного шуму, але в сьогоденні такі сигнали цілком можливо відокремлювати, реєструвати та локалізувати (4) сучасними магнітометричними засобами при використанні пропонованої корисної моделі.

Використання засобу індикації нелінійних магнітних сигналів від глибинних джерел літосфери дозволяє здійснювати в околиці регіональних тектонічних розломів результативний моніторинг стану накопичення пружної енергії окремими осередками літосфери, які знаходяться, чи можуть в недалекому майбутньому знаходитись в гранично напруженому стані, і можуть, в разі непружної поведінки літосферного середовища при досягненні критичного рівня напруг, бути причиною незворотних масштабних деформацій земної кори з катастрофічними наслідками.



Фіг. 1



Фіг. 2