

УДК 621.317.08

І.М. Бучма

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра автоматики і телемеханіки**АНАЛІЗ ЗАВАД ПРИ АЕРОЕЛЕКТРОРОЗВІДЦІ ВІД ВАРІАЦІЙ
ПРИЙМАЛЬНИХ ЗАСОБІВ У МАГНІТНОМУ ПОЛІ ЗЕМЛІ**

© Бучма І.М., 2001

Аналізується вплив хитань приймальних засобів змінного магнітного поля в магнітному полі Землі при аероелектророзвідці. Запропоновано метод зменшення цього впливу.

Influence of oscilations of sensors of alternating magnetic field in magnetic field of the Earth by airborne electromagnetic prospect are examined. Method of decrease this influence are suggested.

Під час пошукових робіт рудних родовищ корисних копалин засобами аероелектророзвідки, які вимірюють, наприклад, відношення півосей проекції еліпса поляризації магнітного поля на вертикальну площину, що проходить вздовж маршруту польоту літального апарата, ортогональні приймачі магнітного поля (магнітоприймачі) розташовують у виносній гондолі, підвішеній до літального апарата за допомогою трос-кабелю для забезпечення максимального віддалення від збудника поля та мінімального віддалення від досліджуваної поверхні Землі [2].

Звичайно випускна гондола підвішується до трос-кабелю в точці, що відповідає центра маси гондоли [2]. В польоті гондола з розташованими в ній засобами приймання магнітного поля під дією вітру, нерівномірного руху літака та інших факторів, незважаючи на заходи, вжиті для стабілізації її руху, здійснює хаотичні коливання у вертикальній та горизонтальній площинах, що проходять через точку, в якій гондола підвішена до трос-кабелю.

Ці коливання гондоли зумовлюють варіації магнітних потоків вектора магнітного поля Землі через переріз вікон магнітоприймачів та наведення в магнітоприймачах ЕРС завад.

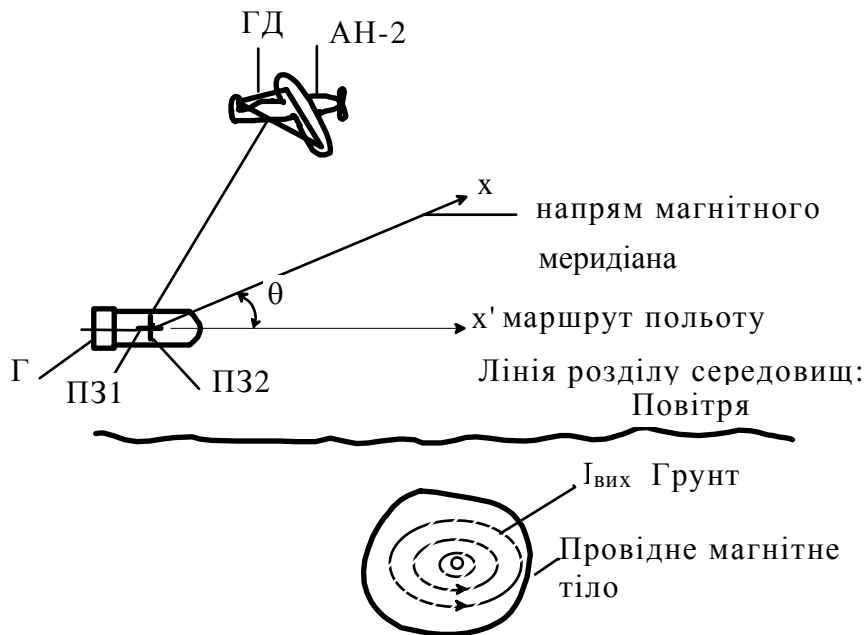
Розглянемо цей процес детальніше, щоб виявити умови, при яких ці завади можна зменшити (див. рисунок) [1].

На рисунку позначено: Г – гондола; ГД – генеральний диполь; АН-2 – тип літального апарата; ПЗ1, ПЗ2 – приймальні засоби відповідно вертикальної та горизонтальної складових магнітного поля; І вих – вихровий струм. Крім того, при аналізі використаємо такі позначення: Т – модуль вектора напруженості магнітного поля Землі; Н – модуль проекції вектора Т на осі координат; І – нахилення (кут між вектором Т і горизонтальною площиною); θ – кут між площиною магнітного меридіана, в якій лежить вектор Т, і вертикальною площиною, в якій лежить лінія маршруту аероелектророзвідувальної станції (позначення запозичені з [3]).

Проекції вектора Т на горизонтальну та вертикальну осі, що лежать в площині магнітного меридіана, становлять

$$H_x = T \cos I;$$

$$H_z = T \sin I.$$



Якщо вертикальна площина, в якій лежить маршрут польоту, і напрямки приймання обох магнітоприймачів утворюють кут θ з площиною магнітного меридіана, то проєкції вектора напруженості поля Землі на напрямки приймання магнітоприймачів визначатимуться такими виразами

$$H'_x = T \cos I \cos \theta;$$

$$H'_z = H_z = T \sin I.$$

До пояснення впливу коливань приймальних засобів магнітного поля аероелектророзвідувальної апаратури в магнітному полі Землі

Варіації гондоли в горизонтальній площині зумовлюють варіації кута θ . Ці варіації можуть мати випадковий характер. Тоді в загальному випадку кут $\theta(t)$ як функцію часу можна подати так

$$\theta(t) = \theta_0 + \Delta\theta(t),$$

де $\Delta\theta(t)$ – кутові варіації гондоли в горизонтальній площині; θ_0 – кут між площиною магнітного меридіана і площиною польоту.

Якщо прийняти, що магнітне поле Землі в перерізі вікон магнітоприймачів рівномірне, то варіації індукції в перерізі вікна магнітоприймача горизонтальної складової подамо виразом

$$B_{xz} = \mu_0 H'_x = \mu_0 T \cos I \cos[\theta_0 + \Delta\theta(t)],$$

де $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м – магнітна проникність вакууму.

ЕРС, що наводиться в горизонтальному магнітоприймачі від варіацій гондоли в горизонтальній площині, визначається виразом

$$e_{xz} = -SW \frac{dB_{xz}}{dt} = -SW \mu_0 T \cos I \{ -\sin[\theta_0 + \Delta\theta(t)] \cdot \frac{d\Delta\theta(t)}{dt} \}, \quad (1)$$

де S – площа перерізу вікна магнітоприймача горизонтальної складової; W – кількість витків магнітоприймача.

Визначимо варіації індукції поля Землі через вікно магнітоприймача вертикальної складової

$$B_{z2} = \mu_o H_z = \mu_o T \sin I.$$

З останнього виразу видно, що ЕРС завад у магнітоприймачі вертикальної складової магнітного поля буде дорівнювати нулю, бо

$$e_{z2} = -WS \frac{dB_{z2}}{dt} = 0. \quad (2)$$

Тепер проаналізуємо завади від варіацій гондоли у вертикальній площині, що аналогічно варіаціям нахилення I .

Знову ж за аналогією з поданням варіацій кута θ нахилення I подамо як функцію часу

$$I(t) = I_o + \Delta I(t),$$

де I_o – нахилення вектора напруженості магнітного поля Землі у даному регіоні; $\Delta I(t)$ – кутові варіації гондоли у вертикальній площині, що аналогічні до варіацій кута нахилення.

Тоді індукція магнітного поля Землі у вікні магнітоприймача горизонтальної складової поля буде

$$B'_{xg} = \mu_o H'_x = \mu_o T \cdot \cos \theta_o \cdot \cos [I_o + \Delta I(t)].$$

Визначимо ЕРС завад, що наводяться в цьому магнітоприймачі:

$$e_{xg} = -SW \frac{dB_{xg}}{dt} = -SW \mu_o T \cos \theta_o \cdot \{ -\sin [I_o + \Delta I(t)] \frac{d\Delta I(t)}{dt} \}. \quad (3)$$

Відповідно для магнітоприймача вертикальної складової одержуємо

$$B'_{zg} = \mu_o H'_z = \mu_o T \cdot \sin [I + \Delta I(t)],$$

а

$$e_{zg} = -SW \frac{dB'_{zg}}{dt} = -SW \mu_o T \cos [I_o + \Delta I(t)] \frac{d\Delta I(t)}{dt}. \quad (4)$$

Аналізуючи вирази (1)-(4), бачимо, що ЕРС завад магнітоприймача вертикальної складової від горизонтальних хитань гондоли дорівнює нулю. Крім того, видно, що рівень завад залежить від кута θ_o . Вибравши $\theta_o = \pi/2$, бачимо, що відповідно до (3) також зводиться до нуля і ЕРС завад у магнітоприймачі горизонтальної складової від вертикальних варіацій гондоли.

Залишається ЕРС завади (1) у магнітоприймачі горизонтальної складової від варіацій $\Delta \theta(t)$ та у магнітоприймачі вертикальної складової (4) від варіацій нахилення $\Delta I(t)$.

Прийнявши, що варіації кута θ та нахилення I зумовлені різними причинами, будемо вважати їх незалежними. А це означає, що вони не є корельованими і при перемноженні (а саме таку функцію виконує вимірювач відношення півосей еліпса поляризації) не дадуть постійної складової, тобто не зумовлять адитивної похибки. А рівень змінних складових зменшують, збільшуючи сталу часу фільтра нижніх частот на виході синхронного детектора. Отже, вплив завад зменшується, що нами і було запропоновано в [1].

1. А.с. 1609319 ССРСР, МКІ G 01 V 3/06. Способ геоэлектроразведки / И.М. Бучма, Г.А. Зайцев, В.М. Поджарный (ССРСР). Опубл. ДСК. Гриф ДСК знятий 18.03.97. -3с. 2. Мизюк Л.Я., Поджарый В.М., Проць Р.В. Измерение инвариантов магнитного поля при электроразведке. -К., 1976. 3. Паркинсон У. Введение в геомагнетизм. -М., 1986.