

Global Positioning System Utilization in Gravity Prospecting within Mountainous Areas

Miroslaw Musiatewicz

Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych (Geophysical Exploration Company), ul. Jagiellońska 76, 03-301 Warszawa, Poland Phone: (+48) 22 814-13-30 ext. 295, 289, Fax: (+48) 22 814-13-30 ext. 289, E-mail: mir.musiat&2com.pl

GPS (Global Positioning System) technology has become more popular not only in classical geodesy applications but in geophysical surveying too. The high accuracy coordinates determination (even a few millimeters), the high speed of measurements conducting in a difficult areas, versatility of GPS technology as well as economy of geodesy surveying in reference to classical geodesy are the prevalent advantages of the technique. Due to these unquestionable benefits, GPS technique is widely applied in geophysical investigations too.

The practice confirms that the attractiveness and diffusion of GPS technology is not always equal to geophysicists' and geologists knowledge about some details.

The already demonstrated paper deals with the requirements which are indispensable for geodesy, connected with gravity surveying, especially in reference to possibilities of GPS technology utilization for coordinates determination as well as position and gravity station height.

The special attention has been put to the problems with transforming gravity station heights obtained by GPS measurements to the orthometric heights.

The consideration has been based on the results of introductory research works carried out by Geophysical Exploration Company in Warsaw along the gravity profile in the Carpathians in 2001. The aim of the studies was to verify the practical accuracy of official geoid models applied within territory of Poland as well as their utility to gravity surveying with GPS techniques and gravity station leveling.

УДК 550.38

ГЕОМАГНІТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ГЛИБИННОЇ БУДОВИ, СУЧАСНОЇ ГЕОДИНАМІКИ І ПРОГНОЗУВАННЯ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ НАДР

В.Ю. Максимчук, В.Г. Кузнєцова, Ю.М. Городиський

*Карпатське відділення Інституту геофізики ім.С.І.Субботіна НАН України,
79060 вул.Наукова 3-б, м.Львів, Україна
E-mail: depart10@cb-igph.lviv.ua*

The results of investigations of the anomalous geomagnetic field dynamics in regions with different geological and tectonical circumstances are considered. The investigations had been accomplished in Transcarpathian seismoactive zone, Volyn-Podillia plate, Dnipro-Donets, Lviv paleozoic and Terec-Caspian troughs. It is demonstrated that results of anomalous magnetic field time changes can be useful for studying the plates structure, seismotectonic processes monitoring, active depth faults detecting and in conjunction with high precision magnetoprospecting — for forecasting of oil- and gasbearings perspectives as well.

Рассмотрены результаты исследований динамики аномального магнитного поля в различных геолого-тектонических регионах: Закарпатской сейсмоактивной зоне, на Волыно-Подольской плит, в Днепровско-Донецком, Львовском палеозойском и Терско-Каспийском прогибах. Показано, что данные о временных изменениях аномального магнитного поля могут быть использованы для изучения блоковой структуры земной коры, исследования сейсмотектонических процессов, выявления активных глубинных разломов, а также в комплексе с высокоточной магниторазведкой — для прогнозирования нефтегазоносности недр.

Традиційно магніторозвідка завжди входила в комплекс геофізичних досліджень, спрямованих на вивчення особливостей глибинної будови земної кори, блокової структури фундаменту, картування магнітних комплексів при пошуках родовищ рудних корисних копалин і т.д. Перехід на новий технічний і методичний рівень, пов'язаний з широким впровадженням в практику високоточних протонних та квантових магнітометрів, значно підвищив можливості магнітометрії, дав змогу розробити новий метод магніторозвідки — динамічну магнітометрію. Застосування цього методу дозволило перейти до вивчення тонкої структури аномального магнітного поля та його динаміки — тектономагнітних аномалій, викликаних сучасними геодинамічними процесами в земній корі. В основі механізмів формування тектономагнітних аномалій лежать в основному п'езомагнітний та електрокінетичний ефекти, що мають місце при змінах напружено-деформованого стану гірських порід [1].

В Карпатському відділенні Інституту геофізики НАНУ накопичено великий досвід цих досліджень, які ще з 1970-х років проводились в різних регіонах (Закарпатський і Передкарпатський прогини, Дніпровсько-Донецька западина, Терсько-Каспійський прогин та ін.). Розроблена ефективна методика експериментальних спостережень і обробки даних, методика кількісної інтерпретації, яка на основі математичного моделювання дає можливість визначати параметри джерел і розраховувати варіації тектонічних напружень, які спричиняють аномальні зміни геомагнітного поля.

Результати цих робіт свідчать про можливість використання геомагнітних досліджень для вирішення таких геологічних завдань.

Вивчення блокової структури земної кори та активних глибинних розломів

Відображення блокової структури земної кори в часових змінах аномального магнітного поля спостерігається за результатами повторних геомагнітних зйомок на регіональних профілях в Закарпатті (профілі Берегове - Кушниця, Хуст - Нижній Бистрий), Львівському палеозойському прогині [1], Терсько-Каспійському прогині (Терський та Акташський профілі) [1], Волино-Подільській плиті (профілі поблизу Хмельницької та Рівненської АЕС) [2,3], Дніпровсько-Донецькому прогині (профілі Олександрівка - Артюхівка) [1].

Виявлено, що блоки земної кори, розділені глибинними розломами, виділяються як за інтенсивністю та знаком тектономагнітного сигналу, так і за морфологією кривих змін в часі магнітного поля на різних пунктах спостережень. Пояснюються такі особливості просторово-часової структури аномального магнітного поля відмінностями будови та речовинного складу різних блоків та міжблокового середовища, а отже їх різною реакцією на зміни тектонічних напружень.

Найбільші обсяги досліджень цього напрямку виконано в сейсмоактивному Закарпатському прогині. На основі повторних геомагнітних спостережень (площівних і профільних) побудовано серію карт річних змін аномального магнітного поля, на яких виділено аномальні зони субкарпатського простягання: зону Закарпатського глибинного розлому із змінами поля до 7 нТл/рік, зону Вигорлат-Гутинського вулканічного пасма (3 -5 нТл/рік). Крім цього за знаком аномальних змін поля в Закарпатському прогині виділено дві поздовжні зони, розділені лінією Ужгород-Тячів. Ці результати свідчать про наявність поздовжньої зональності в тектонічній будові Закарпатського прогину.

В Терсько-Каспійському прогині за період 1986-1992 роки виконано 4 серії повторних геомагнітних спостережень на трьох регіональних профілях, довжиною 100-120 км, які перетинають структури прогину впоперек простягання. На основі аналізу часових змін поля (знак, морфологія, інтенсивність) уточнено границі блоків земної кори, в першу чергу границю прогину зі складчастими спорудами Кавказу. Ці дані добре узгоджуються з результатами повторного нівелювання, сейсморозвідки та гравіметрії.

За результатами сейсмологічних досліджень розломні зони розглядаються як дефекти літосфери або геологічні неоднорідності. В сейсмоактивних районах до тектонічних розломів приурочені епіцентри відчутних землетрусів. Це найбільш проникливі для флюїдів тріщинуваті зони, в яких деформаційні процеси помітно відрізняються від процесів в суміжних блоках. Напружено-деформований стан зон розломів визначається не лише локальними, але й глобальними геодинамічними процесами. Завдяки високій інтенсивності перш за все флюїодинамічних процесів в активних розломних зонах аномальні часові зміни геомагнітного поля переважно досягають ± 1.5 — 4.0 нТл/рік, характеризуються знаковміною синусоподібною формою і локалізуються на ділянках з розмірами від 1 км до 5 км.

Інтенсивність аномальних часових змін геомагнітного поля в зонах розломів коливалася від 1.5 - 3.0 нТл на Волино-Поділлі (Горинський, Чарторійський, Кременецько-Пержанський розломи) до 5 - 6 нТл/рік в Закарпатському прогині (сейсмоактивний Закарпатський глибинний розлом) та ДДЗ і до 10 нТл в Терсько-Каспійському прогині.

Дослідження сейсмотектонічних процесів і провісників землетрусів.

Експериментальні роботи в цьому напрямку проводяться на Карпатському геодинамічному полігоні, розташованому в сейсмоактивному Закарпатському прогині. Роботи розпочато в 1982 році і продовжуються до теперішнього часу. Неперервні геомагнітні спостереження виконуються на 4-х режимних геофізичних станціях. Аналіз результатів спостережень дав можливість виявити в часових змінах геомагнітного поля ефекти різної тривалості та походження [4].

- Довгоперіодні квазілінійні трендові зміни близько 0.5 нТл/рік, що мають тектонічне походження.
- Сезонні варіації геомагнітного поля, які є наслідком сезонних змін метеорологічних параметрів та їх впливу на напружено-деформований стан гірських порід і гідродинамічний режим в регіоні.
- Локальні бухтоподібні зміни геомагнітного поля, тривалістю від 1-го до 3-х місяців, інтенсивністю 1.5 - 3.0 нТл, які корелюють в часі з місцевими землетрусами з $k \geq 8-10$ ($M \geq 3$).

Переважає більшість аномальних ефектів за останні десятиріччя мала місце перед землетрусами, що відбулись в межах Припанонського розлому (поблизу м. Виноградів) і на півночі Румунії (район Бая-Маре). Це пояснюється як невеликими відстанями (15 - 80 км) від станцій спостережень до епіцентрів землетрусів, так і індикаторними властивостями Припанонського розлому. Найсильніший за цей період землетрус, енергетичного класу $k=11$ відбувся в січні 1999 року на кордоні з Румунією (район Холмеу) 15 км від геофізичної станції Тросник. Аномальні зміни магнітного поля при цьому досягли 2 нТл.

Прогнозування перспективних зон нафтогазоносності та пошуки родовищ вуглеводнів

Застосування магнітометрії при нафтопошукових роботах базується на теоретично та експериментально встановлених фактах існування над зонами нафтогазонакопичення і окремими родовищами вуглеводнів малоамплітудних статичних аномалій ΔT_a та аномальних часових змін магнітного поля — динамічних геомагнітних аномалій $\Delta \Delta T$.

На основі фактичного матеріалу, отриманого в різних регіонах світу, встановлено високу палео- та сучасну тектонічну активність зон нафто- і газонакопичення. З іншого боку, на основі досліджень сучасної геодинаміки осадових басейнів геофізичними, геодезичними, геохімічними і іншими методами показано, що геодинамічно активні в теперішній час структурно- тектонічні зони характеризуються підвищеними геодинамічними параметрами (швидкостями вертикальних і горизонтальних рухів земної кори, варіаціями гравітаційного поля, геохімічними аномаліями і т.ін.) і є, як правило, зонами нафтогазонакопичення. Це пояснюється з одного боку підвищеною роздробленістю середовища, а з іншого боку сучасними флюїдодинамічними міграційними процесами, які продовжуються в теперішній час і призводять до доформування і переформування покладів вуглеводнів [5].

Експериментальними дослідженнями динаміки магнітного поля на регіональних профілях в Терсько-Каспійському прогині виявлено найбільші аномальні зміни магнітного поля в Терській і Сунженській зонах нафтогазоносності, Датихській нафтоносній зоні, амплітуда яких досягає 10 нТл. В Дніпровсько-Донецькій западині на профілі Олександрівка-Артюхівка максимальні динамічні зміни поля (близько 6 нТл) виявлені в зоні північного крайового розлому. Як відомо, саме з Північним бортом пов'язані основні скупчення родовищ вуглеводнів в ДДЗ. В Львівському палеозойському прогині, на профілі Яворів-Червоноград- Милятин виявлені локальні тектономагнітні аномалії до 4 нТл в зоні Рава-Руського, Великомоствіського і Нововолинського розломів [1]. Нафтогазоносність цього району підтверджується відкриттям тут Великомоствіського та Локачівського газових родовищ.

З метою вивчення можливостей високоточної магнітометрії для прогнозування нафтогазоносності окремих структур виконано дослідно-методичні роботи на низці нафтоносних структур ДДЗ: Селюхівській, Луценківській, Прирічній та інших [6]. Проведені дослідження показали, що над

родовищами вуглеводнів спостерігаються локальні магнітні аномалії з амплітудою 5 - 7 нТл, а також динамічні аномалії інтенсивністю 2 - 2.5 нТл/рік, приурочені, як правило, до контролюючих тектонічних порушень. Статичні локальні магнітні аномалії зумовлені, згідно з існуючими уявленнями, вторинними епігенетичними змінами мінерального складу і магнітних властивостей гірських порід. Динамічні магнітні аномалії пов'язуються з сучасними деформаційними і флюїдодинамічними процесами в тріщинуватих розуцільнених зонах, якими переважно є родовища вуглеводнів, внаслідок існування тут умов для виникнення електрокінетичних явищ.

Висновок

Отже, результати досліджень динаміки аномального магнітного поля, отримані в регіонах з різною глибинною будовою та геодинамічною обстановкою, свідчать про широкі можливості методу для вирішення фундаментальних і прикладних завдань геофізики. Динамічна магнітометрія дає змогу отримувати унікальну інформацію про геологічне середовище — зміни його параметрів в часі, що дає можливість переходити до побудови 4-вимірних моделей, до прогнозування розвитку тектонічних процесів в часі і просторі. Результати вивчення тонкої структури та динаміки аномального магнітного поля в зонах нафтогазоносності дають інформацію для більш детального дослідження структурної диференціації і флюїдодинаміки земної кори. Подальші перспективи в підвищенні ефективності нафтопошукових робіт в осадових басейнах, очевидно, пов'язані з вивченням їх сучасної геодинаміки, з широким комплексуванням геофізичних, геологічних, геохімічних методів.

Література

1. Максимчук В.Ю., Городиський Ю.М., Кузнєцова В.Г. Динаміка аномального магнітного поля Землі.— Львів: Євросвіт. — 2001. — 308 с.
2. Максимчук В.Ю., Кузнєцова В.Г., Городиський Ю.М. та ін. Дослідження сучасних геодинамічних процесів тектономагнітним методом в районі розташування Рівненської АЕС // Геодинаміка — 1999.— N 1 (2).— С.96—105.
3. Максимчук В.Ю., Кузнєцова В.Г., Городиський Ю.М. та ін. Вивчення сучасної тектонічної активності земної кори в районі розташування Хмельницької Атомної електростанції на основі тектономагнітних досліджень // Геофиз. журн. — 2001.— Т.23.— N 1.— С.82—89.
4. Кузнєцова В.Г., Максимчук В.Ю., Городиський Ю.М. та ін. Досвід використання тектономагнітних досліджень у сейсмоактивному Закарпатському прогині // Праці НТШ "Геофізика". — Львів, 2002.— Т.8.— С.68—77.
5. Сидоров В.А., Багдасарова и др. Современная геодинамика и нефтегазоносность. — М.: Наука. — 1989. — 200 с.
6. Максимчук В.Ю., Городиський Ю.М., Кузнєцова В.Г., Кудеравец Р.С. Магніторозвідка в нафтовій геофізиці // Мат.конф."Геодинамика и нефтегазоносные системы Черноморско-Каспийского региона". — Симферополь, 2001.— С.95—96.