

удк 550.83-635.1

А. Сухорада, канд. геол.-мін. наук, М. Решетник, асп., Р. Хоменко, інж.

МАГНІТНІ МАРКЕРИ СТРУКТУРИ КРИСТАЛІНОГО ФУНДАМЕНТУ СЕРЕДЬНОГО ПОБУЖЖА (НА ПРИКЛАДІ РАЙОНУ ГАЙВОРОН-ЗАВАЛЛЯ)

Представлені перші результати комплексних магнітометричних досліджень гранулітового комплексу Середнього Побужжя Українського щита. Встановлено, що локальні магнітні аномалії створюються перш за все гранат-кварц-магнетитовими породами з високими магнітними властивостями.

The complex magnetic exploration for studying rocks of granulitic complex of Average Pobugge the Ukrainian shield is submitted. An anomalous magnetic field is produced the garnet-quartz-magnetite rock with high magnetic characteristics.

Вступ. Гранулітовий комплекс Середнього Побужжя, є рудоперспективним, отже його детальне картування – стратегічна задача державного значення. Стосовно вивчення гранулітових комплексів стандартний палеонтолого-стратиграфічний підхід нерідко виявляється малоефективним. Тому доцільно виявляється розробка і удосконалення не стандартних методичних підходів до вивчення таких об'єктів.

Одним із шляхів вивчення геологічної будови закритих осадом чохлам ділянок кристалічного фундаменту є інтерпретація магнітного поля над ними. В першу чергу увага інтерпретатора має бути акцентована на детальному вивченні аномально магнітних об'єктів в складі кристалічного фундаменту, своєрідних магнітних маркерів. Образно кажучи, вони складають «магнітну арматуру» цієї природної системи, завдяки якій створюється принципова можливість вивчення просторової структури кристалічного фундаменту. Середнє Побужжя характеризується високою диференційованістю магнітного поля, отже його аналіз має бути особливо інформативним. Враховуючи те, що основним джерелом геологічної інформації при детальному картуванні є відслонені ділянки кристалічного фундаменту, перш за все необхідно проводити їх детальне комплексне магнітометричне обстеження. Це дозволить отримати об'єктивно існуючий у часі і просторі зв'язок між характером магнітного поля над геологічними утвореннями та їх петрофізичними властивостями.

В даній роботі представлені результати апробації комплексних магнітометричних досліджень на мікроділянці, що розташована на березі р. Півд. Буг біля с. Хащувате, Гайворонського району Кіровоградської області. Останні геологічні дослідження в межах м. Гайворон та смт. Завалля виконані професором О. І. Лукіємко в 2006 р. і представлені в монографії [2], де, зокрема, описані загальні риси геологічної будови кристалічного фундаменту в околі с. Хащувате. Мікроділянка досліджена обрана для магнітометричних досліджень оскільки в її межах зафіксовані магнетитові породи, що регулярно спостерігаються в обох берегах р. Півд. Буг від м. Гайворон до смт. Завалля. Магнетитові породи є тилорформним членами еплізитої (залізорудно-гнейсової) формації Побужжяного комплексу [1,3] тому необхідне їх поглиблене вивчення для розкриття внутрішньої природи даної формації.

Методика. Загальна методика комплексних магнітометричних досліджень включає: 1) використання сучасних високочутливих приладів, що дозволяють з високою точністю вимірювати магнітні характеристики геологічного середовища; 2) каламетрію (вимірювання магнітної сприйнятливості) відслонень, зйомку індукції магнітного поля Т; Диференціацію та дослідження виявлених магнітних аномалій; 3) проведення лабораторних досліджень зразків прських порід для комплексного порівняльного аналізу результатів зйомки сумісно з геологічними даними; 4) на основі пунктів 1-3 проведення аналізу геологічної структури ділянки досліджень.

Представлена загальна методика застосована при дослідженнях Середнього Побужжя, полягає у наступному:

1. Проведення каламетрії відслонень та примітивного ґрунтового покриву вздовж р. Півд. Буг з метою виявлення конкретних меж ділянок кристалічного фундаменту де розвинуті утворення з високою диференціацією магнітної сприйнятливості.

2. Створення мережі точок спостереження за допомогою редуційного тахеометру Дельта 20 з відстанню між профілями 10 м, крок по профілю 4 м, на одній з ділянок біля с. Хащувате, де були зафіксовані відслонення з високою α . За характером мікрорельєфу ділянку було поділено на дві площадки. Одна площадка розташована на схилі р. Півд. Буг розміром 180м×80 м, друга, що примикає до першої – розташована на сільськогосподарському полі розміром 320м×200 м. Магістральний профіль ділянки досліджень має азимут 56°.

3. Виконання дискретної зйомки індукції магнітного поля (Т, нТл) протонним магнітометром ММП-203 з точністю $\pm 0,1$ нТл на двох висотах (1 м, 1,5 м). Одночасно в точках спостереження Т польовим вимірювачем магнітної сприйнятливості ПІМВ-М ($\pm 10\%$ α) вимірюється об'ємна магнітна сприйнятливості ($\alpha \cdot 10^{-3}$, од. СІ) скельного ґрунту та примітивного ґрунтового покриву.

4. Аналіз і візуалізація результатів вимірів та їх попередня геологічна інтерпретація.

5. У відповідності з одержаними результатами зйомки відбір орієнтованих зразків порід для лабораторних досліджень за технологією описаною в роботі [5].

6. Вимірювання залишкової J_n та індуктивної намагніченості J_i зразків порід на лабораторному астатичному магнітометрі ЛАМ-24. Обчислення фактору Кенігсберґера $Q = J_n/J_i$, об'ємної магнітної сприйнятливості $\alpha = J_i/Z$, де Z вертикальна складова геомагнітного поля. Також, проведений термомагнітний аналіз, мінералогічний аналіз шліфів і рудна мікроскопія.

Результати досліджень. Результати вимірювання магнітної сприйнятливості на першій площадці, що розташована на схилі р. Півд. Буг представлені на рис.1а. Як бачимо, яскраво виражена аномалія α фіксується між профілями 50-90, що збігається в основному із областю високих градієнтів Т (рис.1 б). Подібні області виділяються і на другій площадці ділянки досліджень. Відсутність дрібних приповерхневих джерел аномального поля підтверджується подібністю значень Т отриманих на різних висотах. Градієнт магнітного поля настільки високий, що у деяких точках спостереження ММП-203 ставав непридатним («обнулявся»). По профілях №70, 80, 90 проведені виміри значень Т в русі модифікованим Хоменком Р.В. магнітометром М-33 (рис.2). Дослідження магнітного поля в русі підтвердили існування високих градієнтів, що сягають близько 800 нТл/м. Овальна форма області високих градієнтів Т в плані може свідчити про жильну або лізозвидну форму їх джерел. Швидкий перехід від мінімальних до максималь-

них значень T може бути обумовлений різким контактом магнітоактивних та вміщуючих порід, а також обмеженням перших по падінню.

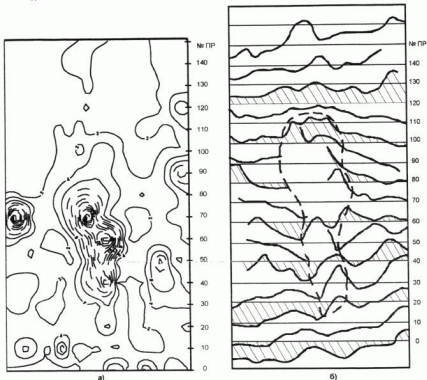


Рис. 1. Фрагмент карт а) ізоплів магнітної сприйнятливості ($\alpha \cdot 10^{-3}$ од. СІ) скельних ґрунтів та примітивного ґрунтового покриву, б) графіків індукції магнітного поля (T , нТл) на висоті 1.5 м. Пунктирною лінією виділена зона високих градієнтів. По вертикалі цифри позначають номери профілів (№ ПР в метрах)

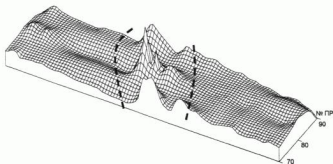


Рис. 2. Поверхня індукції магнітного поля отримана методом зйомки T (нТл) в русі модифікованим квантовим магнітометром М-33 по профілям № 70, 80, 90. Пунктирними лініями обрамляється зона високих градієнтів

Результати лабораторних досліджень показали добру узгодженість з результатами зйомки магнітного поля. Зразки за місцем відбору було поділено на дві групи: перша – зразки відібрані по краях ділянки (схід, захід); друга – з

центральної частини, де виявлена область високих градієнтів T . Породи першої групи мають невисокі значення магнітних характеристик і низьку густину (табл.1).

Результати термомагнітного аналізу свідчать, що криві нагріву характеризуються присутністю двох точок Кюрі. Одна з яких характерна для піротину – 300°C, друга для магнетиту – близько 580°C (рис.3а), що підтверджується результатами рудної мікроскопії. Піротин має в багатьох випадках середніх розмірів кутасті форми окислених зерен та дрібні ізометричні форми зерен. Для деяких зразків значення χ при охолодженні нижче значень χ при нагріванні, що може вказувати на присутність магнетиту. Ця група представлена двома типами порід складеними кварцом, плапоклазом, піроксеном та породами гранат-кварцового складу з малим відсотком піроксену (загальний вміст рудних мінералів до 5 %).

Таблиця 1. Порівняльна таблиця узагальнених петрофізичних властивостей порід ділянки досліджень

Петрофізичні властивості	Група №1	Група №2
$\chi \cdot 10^{-3}$ од. СІ	<100	>100
$J_n \cdot 10^{-3}$ А/м	<3000	>10000
Q	$0,6 < Q < 1,3$	$1,5 < Q < 6,5$
Кут між векторами J_n та T_0	<90°	>90°
ρ , г/см ³	$2,6 < \rho \leq 2,8$	$3,1 < \rho < 3,5$
Склад порід	Кварц, плапоклаз, піроксен, до 5% піротину та магнетит	Гранат, кварц, магнетит.

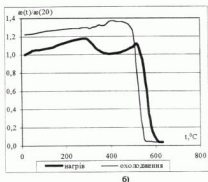
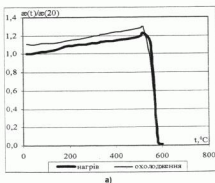


Рис. 3. Термомагнітні криві для порід а) групи №2, б) групи №1

Для другої групи порід, що відібрані в області аномального магнітного поля характерними є високі магнітні характеристики (табл.1). Підвищення значень магнітної сприйнятливості відповідають збільшенню густини порід, що пов'язано зі зростанням концентрації феромагнетиту (в нашому випадку магнетиту) у поріді. В більшій половині зразків кут між вектором індукції геомагнітного поля T_0 та вектором J_n є більший за 90°. На відміну від зразків першої групи криві охолодження та нагріву ідентичні, в деяких випадках крива охолодження вище кривої нагріву, що може говорити про присутність сульфідів (рис.3 б). Аналіз аншліфів показав, що преобладаючими тут є магнетит, зустрічаються подібні за розмірами до магнетиту зерна ільменіту, а також поодинокі дрібні зерна піротину. Породи цієї групи є гранат-кварц-магнетитовими.

Всі породи ділянки досліджень мають магнітну сприйнятливості не менше 10^{-3} од. СІ. Окрім того, результати термомагнітного аналізу та рудної мікроскопії показують, що основним феромагнетиком порід є магнетит. Слід відзначити, що за результатами мінералогічного аналізу у всіх породах присутній новоутворений кварц. Тому не виключено, що підвищення магнітності порід викликано вторинними процесами, внаслідок яких всі породи були насичені в різному ступені магнетитом, що не заперечує точці зору Тчанчука Л.Г. на утворення чарнокітів розвинувтих в області досліджень [4].

Виконана робота є мікромасштабною і її інтерпретація в рамках загально прийнятих масштабів може бути виконана лише за умови масовості подібних комплексних магнітометричних досліджень.

Висновки. На обраній ділянці виявлено високоградієнтні зони магнітного поля невеликих розмірів. З форми наведених зон, а також з характеру кривих T випливає, що аномалії магнітного поля невеликих розмірів (група №2) порід, що суттєво контрастні за вмістючими породами (група №1). Однак наявні і спільні риси між двома описаними групами порід, такі як присутність новоутвореного кварцу, піротину та зерен магнетиту неправильної форми.

Підсумовуючи, можна зробити загальний висновок, що запропонована методика проведення комплексних магнітометричних досліджень завдяки інформативності та простоті проведення має стати необхідною ланкою комплексного структурно-геологічного дослідження прських порід. В межах Гайворон – Заваллеського району застосування представленої методики є необхідним для диференціації та індексації всіх існуючих високомагнітних утворень.

1. Лазько Е.М. Нижний докембрий западной части Украинского Щита / За ред. Е.М. Лазько. – Львов, 1975. 2. Луйко О.І., Кравченко Д.В., Суходуб А.В. Дислокация тектоника та тектонофації гранулітових комплексів / За ред. О.І. Луйко. – К., 2007. 3. Жидков В.П. Стратиграфия докембрия западной части Украинского щита (на формационной основе). Статья 1. Стратиграфические комплексы докембрия и формации раннего архея // Геологический журнал. 1981. №3. С. 88-103. 4. Ткачук Л.Г. Гайворон-Завальский комплекс чарноїто-коритових порід і зв'язані з ними хроніти / За ред. С.С. Бурсарев. – К., 1940. 5. Храмов А.Н. Методика палеомагнітних досліджень / За ред. А.Н. Храмова. – М., 1958.

Надійшло до редакції 15.01.08.

УДК 551.31+634.2

К. Бондар, канд. геол. наук

ПРО МАГНІТНУ СТРУКТУРУ І МІНЕРАЛОГІЮ ҐРУНТІВ ФОНОВИХ І ТЕХНОГЕННО УРАЖЕНИХ РАЙОНІВ ПІВНІЧНОЇ АСТУРІЇ (ІСПАНІЯ)

В статті розглядаються магнітні властивості ґрунтів Північної Астурії. Виділяються ознаки техногенного впливу на магнітну структуру і мінералогію ґрунтів району дослідження.

The article is devoted to magnetic properties of soils from Northern Asturias. The features of technogenic impact on magnetic structure and mineralogy of investigated soils are defined.

Вступ. Відомо, що тривале функціонування промислового комплексу на території супроводжується накопиченням у ґрунтового покриві району техногенних сполук, зокрема мінералів заліза. Техногенні феримагнетити у складі пилкових частинок асоціюють з речовинами, шкідливими для здоров'я людини [15]. Отже, магнітні властивості ґрунтів можуть слугувати індикаторами підвищеного вмісту зокрема важких металів [3] і поліциклічних ароматичних вуглеводів [20]. Як правило, частинки, що осаджуються на поверхні ґрунтів не здатні проникати глибоко до структури ґрунту. При відсутності сільськогосподарського обробітку території глибина їх проникнення не перевищує перших сантиметрів [7 та багато інших]. Аеротехногенні домішки до природної речовини ґрунтів впливають на їх магнітний гістерезис і термомагнітну поведінку [14]. Таким чином, навіть при природній високій магнітній сприйнятливості залишається можливість визначити техногенний вплив на ґрунт застосувавши комплекс петромагнітних методів дослідження.

Територія дослідження. Для оцінки екологічного стану ґрунтів магнітними методами необхідна інформація про природні властивості ґрунтів досліджуваних ландшафтів. З цією метою нами проаналізовано магнітну структуру профілів фонкових і забруднених ґрунтів північної частини Астурії (Іспанія). Фоновими вважаємо ті ґрунти, у яких не виявлено значного накопичення важких металів, або ті, які розташовані на завідомо великій відстані від підприємств –забруднювачів.

Територія дослідження має розміри приблизно 23x21 км, охоплює північну частину провінції Астурія (Іспанія) у передгір'ї Кантабрійських гір (рис. 1). З півночі вона обмежена нерівною береговою лінією південного узбережжя Біскайської затоки. Рельєф характеризується субтропічним середземноморським кліматом з великою кількістю атмосферних опадів і горбистим рельєфом. Промисловість району концентрується навколо двох великих міст Авілес та Хіхон. Основними підприємствами тут є два потужні металургійні заводи, один – біля Авілесу, другий – біля Хіхону, вугільна теплова електростанція та цементний завод у містечку Абоньо на північному заході від Хіхону (рис. 1).

Ґрунтовий покрив у багатьох місцях штучний, утворений внаслідок індустріальної і будівельної діяльності. Природні ґрунти представлені в основному двома типами – це ентисоли та інсептисоли за класифікацією FAO UNESCO [17].

Методика дослідження. На етапі польових досліджень було відібрано зразки ґрунтів з 87 пунктів, в тому числі 16 повних ґрунтових розрізів. В статті аналізуються магнітні властивості ґрунтів території на прикладі зразків з 11 пунктів. Лабораторні вимірювання зразків включали комплекс магнітних досліджень і визначення вмісту важких металів. Магнітна сприйнятливість (χ) та її частотна залежність (χ_{fc}) виміряна на приладі Bartington MS2 з датчиком MS2B Dual Frequency Sensor (Великобританія). Температури Кюрі (T_c) визначалися по кривих високотемпературної поведінки магнітної сприйнятливості (до 700°C) на Bartington MS2 Susceptibility/Temperature System. Вивчалася також поведінка магнітної сприйнятливості у низькотемпературній (від -196°C) області. Магнітний гістерезис досліджений на вібромагнітометрі VSM (Molsipn, Великобританія), з петель, скорегованих за вплив парамагнетиків зняті величини повної намагніченості насичення (M_s), залишкової намагніченості насичення (M_{rs}) та коерцитивної сили (H_c). Парціальна ідеальна намагніченість (pARM) створювалася за допомогою AF Shielded Demagnetizer з PARM-приватською і вимірювалася на спін-магнітометрі Minispin (Molsipn, Великобританія).

Результати та їх обговорення. Відомості про ізотермічні магнітні властивості ґрунтів Північної Астурії зібрані у табл.1. Окрім магнітних характеристик у таблиці наведені також величини сумарного показника забруднення природного компонента [6]:

$$Zc = \sum_{i=1}^n Kci - (n-1), \quad (1)$$

де коефіцієнт концентрації елемента в пробі

$$Kci = \frac{Ci}{C\phi}, \quad (2)$$

Ci – вміст хімічного елемента в досліджуваному ґрунті; $C\phi$ – природний (фоновий) вміст цього ж елемента; n – загальна кількість врахованих хімічних елементів ($Kci \geq 1$).