

УДК 550.83-11.35412

В. Буковський, ген. директор ГДРГП «Північгеологія», А. Сухорада, канд. геол.-мін. наук, О. Круглов, канд. геол. наук, С. Попов, зав.лаб., М. Решетник, асп.

ПРО РОЛЬ ПЕДОМАГНІТНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В СКЛАДІ ГЕОЛОГІЧНОЇ ЗЙОМКИ КРИСТАЛІЧНОГО ФУНДАМЕНТУ (НА ПРИКЛАДІ СЕРЕДЬНОГО ПОБУЖЖЯ)*Вперше опубліковані матеріали педомагнітних досліджень виконаних для картування магнітних тектонодоміній в складі кристалічного фундаменту.**The pedomagnetic investigations made for tectonodomains mapping on crystalline basement are published.*

Довгий час при геологічній зйомці кристалічного фундаменту масштабу 1:200000 основою геологічних досліджень було вивчення відслонених ділянок. Сучасний стан цих робіт (зокрема стадія геологічного довізнення території з неглибоким заляганням покривів фундаменту) висуває нові вимоги. Передусім це стосується залучення нових можливостей геологічної зйомки, які не існували в часи державної геологічної зйомки масштабу 1:200000. Останнім впродовж середини ХХ століття була найбільш принциповою стадією геолого-розвідувальних робіт, які фінансувалися в СРСР. До того ж потенціал класичних методик для вивчення багатьох об'єктів (в тому числі і для території Українського щита) використання майже повністю. Зокрема актуальною є проблема проведення робіт на ділянках з обмеженою відслоненістю і дотриманням кондицій середньомасштабної зйомки. Видається, що вдосконалення геофізичних та геохімічних методик при роботі на об'єктах з незначною потужністю наносів є ефективним методом вивчення геологічних тіл [1]. В першу чергу мова йде про геологічну зйомку територій з прямим та утрудненим зв'язком складу осадових порід та особливостями кристалічного фундаменту. Площа таких територій становить понад 24 % Українського щита [2]. Відповідні ділянки, як правило, розташовані в межах річкових долин, що дрениують райони з неглибоко залягаючим кристалічним фундаментом.

Яскравим прикладом удосконалення існуючих методик може бути застосування при проведенні геолого-розвідувальних робіт даних про магнітні властивості ґрунтового покриву. Ґрунти, що образно називають "дзеркалом ландшафту" [3], несуть в собі інформацію зокрема про геологічну будову території, в першу чергу про речовинний склад ґрунтоутворюючих гірських порід. Найбільш просто така інформація може бути "прочитана" педомагнітними спосібми. Особливою інформативністю мають відзначитися магнітні властивості ґрунтів, коли в складі виведених на рівень базису ерозії геологічних тіл існують сильномагнітні об'єкти. Тому, як нам здається, в умовах неповної відслоненості, зокрема в бортових частинах долин, важливі дані можна отримати системно досліджуючи магнітні властивості прилеглих до відслонень поверхневих утворень, складених делювієм та примітивними ґрунтами.

Практична реалізація очікуваних закономірностей має звестися до крупномасштабного картування ґрунтового покриву, в першу чергу шляхом вимірювання магнітної сприйнятливості (МС) різних горизонтів ґрунтового покриву. Децю спрощено подібні роботи можна вважати наближеними до мінералогічної модифікації методу пошуку родовищ за вторинними ореолами розсіяння. Проте слід відзначити суттєві відмінності педомагнітного картування – предметом вивчення в даному випадку є магнітні властивості ґрунтів, що, окрім материнської ґрунтоутворюючої породи обумовлюються також іншими факторами ґрунтоутворення процесу: рельєфом, кліматом, дією організмів та людьми. Величина МС ґрунтового покриву, окрім питомої вмісту сполук заліза залежить також від їх мінеральної форми. Вона є величиною динамічною, залежною від багатьох чинників та, наприклад, для основних ґрунтових типів осадових товщ України значно вищою за аналогічне значення ґрунтоутворювальних порід.

Прикладом застосування даних про магнітні властивості ґрунтів є дослідження, проведені нами на території середнього Побужжя (для якого зараз виконуються роботи за програмою "Геолкарта 200"), частково описані нами раніше [4].

Зокрема це стосується дослідно-методичних робіт проведених на території Хашуватівської сільської ради Гайворонського району Кіровоградської області в межах Гайворонського блоку Українського щита. Його об'єктом слугувала ділянка, прилегла до відслонення, розташована на лівому березі ріки Південний Буг нижче мосту в с.Хашуваті (1000м). Ґрунтовий покрив тут сформований безпосередньо на корі вивітрювання, тобто є прямо пов'язаним з кристалічним фундаментом (потужність кори вивітрювання разом з ґрунтами тут становить перші метри). Перібіг ґрунтоутворення процесу відбувається за схемою характерних для степової зони чорноземів звичайних [5].

Ділянка педомагнітних досліджень розташована в 100 м на північний схід від коринних відслонень. На її території (розмірами 20х240 м, рис.1) було розбита мережа спостережень редукційним тахеометром Дельта 020, профілі прокладені через 20 м. При проведенні польових досліджень використовувалися каламетри виробництва Чехословаччини (КТ-5) та Росії (ПІМВ-1) для визначення питомої сприйнятливості ґрунтового покриву і протонний магнітометр ММП-203 для крупномасштабної магнітної зйомки. На умовному магістральному профілі (№1 ПР200) виконано 3 повних ґрунтових розрізи (в точках 200/20, 200/70 та 200/180). На території ділянки (з кроком 20х20 м) було відібрано проби верхнього горизонту ґрунтового покриву для прецедентного визначення МС. Вимірювання останньої проводились в лабораторних умовах за допомогою каламіткі КЛ-2. Результати вимірювань подано на картограмі питомої МС (рис.1). Для візуалізації отриманої інформації використано інтерполяцію значень МС.

Додатково було продовжено магістральний профіль №1 до 400 м в напрямку вододілу. Графік зміни МС ґрунтового покриву подано на рис. 2.

Як вони свідчать, фіксується різке зростання МС верхнього горизонту ґрунтів над високомагнітними тілами, що знаходяться під наносами. Існування аномалієутворюючих об'єктів було підтверджено і результатами зйомки магнітної поля над ділянками, проведеної за допомогою протонного магнітометра ММП-203. Контури таких об'єктів, отримані різними способами, в основному, співпадають. Слід відзначити досить чіткі границі сильномагнітних об'єктів на графіку рис.2. Дані про МС ґрунтових розрізів також підтверджують тезу про високу магнітність ґрунтоутворюючої породи – над менш магнітними об'єктами вона має нижчі значення (табл.1).

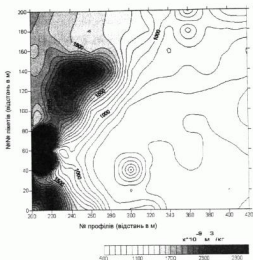


Рис.1. Картограма питомої магнітної сприйнятливості верхнього горизонту ґрунтів дослідної ділянки «Хашчувате»

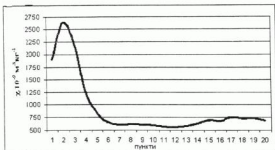


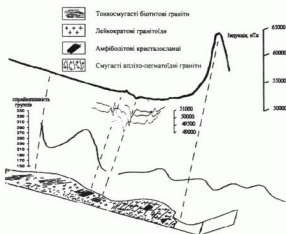
Рис.2. МС ґрунтів профілю №1 ділянки «Хашчувате»

Таблиця 1. Значення МС ґрунтових розрізів ділянки «Хашчувате»

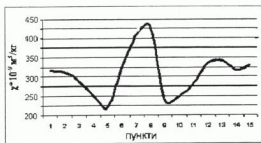
Шурф 200/20		Шурф 200/70		Шурф 200/180	
Горизонт (см)	$\chi \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{кг}$	Горизонт (см)	$\chi \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{кг}$	Горизонт (см)	$\chi \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{кг}$
Hd (0-10)	2111	H (0-30)	865	H (0-30)	610
H (10-30)	2098	H (30-50)	904	H (30-50)	551
H (40-50)	2465	Hp (50-75)	651	HpK (50-70)	488
H (50-60)	2245	HPK (75-90)	572	Phk (70-90)	352
HPK (60-80)	2059	Phk (90-120)	771	PK (90-100)	379
HPK (80-100)	1990	PK (120-140)	804		
Phk (100-120)	3127	PK (140-160)	639		
Phk (120-140)	2640	P (160-170)	651		
Phk (140-160)	2941	P (180-190)	911		
P (160-190)	4440	P (190-200)	1380		

Розріз 200/20 знаходиться безпосередньо над аномалією, розріз 200/70, значення МС якого поступово наростають з глибиною, знаходиться на умовній межі аномалії, а дані розрізу 200/180 лише на незначну величину (і то лише для породи) вищі за фонові значення.

Другий приклад можливого застосування педомагнітних досліджень при вивченні геологічної будови кристалічного фундаменту ілюстровано роботами на території Семенківської сільської ради (поблизу с.Салинці) Немирівського району Вінницької області. Ділянка досліджень розташована на правому березі ріки Південний Буг. Відмінності проявляються в дещо більшій потужності осадових порід, перебіг ґрунтового процесу відбувається за схемою утворення сірих лісових ґрунтів, територія характеризується набагато складнішим мікрорельєфом (перепад абсолютних висот біля 20 м). Ділянку розчленовано яром середньої потужності (глибиною від 5 до 15 м).



а)



б)

Рис. 3. Графіки значень магнітної сприйнятливості ґрунтів профілів в межах ділянки «Салинці» та результати геолого-геофізичного вивчення кристалічного фундаменту: а)-паралельно річкової долини; б)-перпендикулярно річкової долини

На рис. 3а розріз вивченого відслонення та магнітне поле. Тонкими лініями та в збільшеному вертикальному масштабі винесені паралельні профілі вздовж відслонення. Пунктирні лінії показують співвідношення графіків та розрізу.

На ділянці досліджень було прокладено два профілі: перший паралельно річкової долині, в 30-80 м відслонених ділянках, другий – перпендикулярно першому, по правому борту яру. Вздовж простягання профілів, з кроком 20 м, було відібрано проби верхнього горизонту ґрунтового профілю. У лабораторних умовах, аналогічно методики першого випадку, було визначено питому МС ґрунтів. Графіки МС подано на рис. 3. Виконана раніше зйомка магнітного поля відповідає частині першого профілю (рис.3а). Слід відзначити певну кореляцію значень графіків на ділянці аномалії. Типові значення МС ґрунтів у подібних ландшафтних умовах звичайно знижуються, тут же спостерігаються одночасний ріст як значень магнітного поля, так і магнітної сприйнятливості ґрунтів.

На прикладі профіля №1 (порівнюючи графіки значень МС та магнітного поля) можна говорити про певну інформативність даних про МС ґрунтового покриття при проведенні пошукових робіт. Слід зазначити, що подібні дослідження були проведені ще А.В. Сухорадою в середині 70-х років в межах Приазовської частини Українського щита. Вони свідчать, що аномалії розподілу МС примітивних ґрунтів над високомагнітними залізистими породами (власне залізистими рудами) є істотно більш виразні, ніж навіть криві вертикальної компоненти магнітної індукції. А відтак проводили геологічні границі в цих умовах слід саме по межах, отриманих в результаті педомагнітного картування.

1. В.В. Бродовий. Проблеми і перспективи рудної геофізики // Геофізика, 1966, №3, с.7-18. 2. Б.Ф. Міщенко. Геофізичні ландшафти Українського щита. К. 1971. 3. О.М. Марич, Л.Г. Шощенко. Фізична географія України. – К., 2003. 4. Букоський В.П., Сухорада А.В., Решетяк М.М., Круглов О.В. Педомагнітні дослідження у складі геологічної зйомки кристалічного фундаменту обмежено відслонених територій (на прикладі Хашуватської

ділення УДП і Моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища: Тези доп. VIII Між. наук. конф. Київ, 2007. - К. 2007. 5.
Набуєва М.В. Морфологічні критерії та генезис сучасних ґрунтів України. - К., 1999.

Надійшла до редакції 17.01.08.

УДК 550.834

Д. Безродний, асист., О. Ляшенко, канд. фіз.-мат. наук, В. Велешук, асп.,
А. Онанко, канд. фіз.-мат. наук, Ю. Онанко, магістр

АКУСТИЧНА ЕМІСІЯ В КВАРЦИТАХ КРИВОРІЗЬКОЇ НАДГЛИБОКОЇ СВЕРДЛОВИНИ

Досліджено ефекти акустичної емісії, що виникають під впливом термомеханічних напружень у кварциті. Виявлено імпульси пружних хвиль від мікротріщин-емітентів, які, згідно, зв'язані із змінюванням пружної рівноваги в кварциті. Effects of acoustic emission under thermal-mechanical strains in quartzite are investigated. Elastic waves pulses are discovered from micro fractures that of probably connected with elastic balance in quartzite.

Вступ. Тензорні поля геофізичних параметрів геологічного середовища та характеристики його напружено-деформованого стану представляють собою випадкові поля. Структура прірської породи, її фізичні властивості, особливості термічного ініціюючого впливу визначають динаміку процесу локальної перебудови і тип акустичної емісії (АЕ) – дискретна чи неперервна. Основними джерелами АЕ є залишкові механічні напруження на границях розділу, міжзернові процеси тертя, утворення тріщин, вдвійнювання кристалічної решітки, фазові перетворення. Для виникнення АЕ потрібна ініціююча зовнішня сила, що за рахунок фізичних механізмів, призводить до надлишкових локальних деформацій прірської породи [1].

Побудова моделей згаданого явища, що відповідають термічному впливу на прірську породу, з відомою структурою, дозволяють отримувати додаткову унікальну інформацію [2], що не може бути отримана іншими методами, зокрема різноманітними акустичними та сейсмоакустичними (інваріантно-поляризаційним). Останні дають можливість визначати пружну сталість C_{ij} , пружну симетрію прірських порід, оцінювати кльісно диференціальний і інтегральний коефіцієнт пружної анізотропії A і параметри анізотропії розповсюдження швидкостей пружних хвиль v_{11} і v_{12} , тощо, але точної інформації про поточну зміну станів локальної підсистеми порушень структури прірської породи не дають, на відміну від АЕ.

Дана робота присвячена вивченню динаміки неоднорідного термального впливу створеного потужним імпульсним наносекундним лазером у дисперсних твердих тілах, зокрема у кристалічних прірських породах – кварцитах Криворізької надглибокої свердловини (КНГС) і є продовженням роботи [2].

Зразки. В якості об'єкту досліджень обрані кварцити КНГС з глибини $h = 2300$ м, які зазнали інтенсивних динамометаморфічних процесів, що привело до утворення системи тріщин L-типу.

Експеримент. Загальне підсилення реєструючої апаратури на основі спеціалізованого акустоемісійного приладу АФ-15 було 80-70 дБ. Потужність імпульсу рубінового лазера $I = 300$ МВт/см². Тривалість дії імпульсу рубінового лазера $t = 20$ нс з довжиною хвилі $\lambda = 694$ нм. Площа лазерної плями була $S_0 = 1 \times 1$ мм².

Створений рубіновим лазером короточасний термічний вплив на кварцит призвів до локального розплаву поверхні. Після припинення дії лазерного випромінювання застигання розплаву почалося саме з поверхні (найефективніший тепловідвід), а розширена (розплавлена) нижня частина кратеру створила додаткові стисаючі механічні напруження, що "зтягують" центральну частину поверхні кратеру в глибину породи. При опроміненні протилежних сторін кварциту амплітуда акустичного відгуку значно відрізнялася, як наслідок тонкошаруватості текстури кварциту і наявності анізотропії пружних характеристик.

Обговорення. У основу методу АЕ покладена реєстрація спонтанного випромінювання породою хаотичних імпульсних механічних хвиль напружень, що мають шумовий характер. Ці хвилі викликані внутрішньою локальною перебудовою структури породи. Під джерелом АЕ розуміють локальний об'єм прірської породи, в якому відбувається не оборотна динамічна локальна перебудова структури породи. Основними джерелами АЕ є утворення тріщин, процеси тертя, фазові перетворення, вдвійнювання кристалічної решітки. Важливо відмітити, що для виникнення АЕ потрібна зовнішня сила, що безпосередньо, або за рахунок фізичних механізмів, призводить до надлишкових локальних деформацій породи. Міцність породи визначається середньостатистичною величиною міжатомних сил. При розриві зв'язку атоми не можуть вільно розлетітися в різні боки, оскільки цьому заважають сусідні атоми, які своїм впливом намагалися повернути "уткачів" на початкове місце. Відбувається процес, схожий на підземний вибух. В результаті атоми в місці розриву зв'язку починають коливатися щодо свого початкового положення, передаючи ці коливання сусіднім атомам. Масе місце пружне коливання локальної області в породи та, відповідно, розповсюджується пружна хвиля.

Вид АЕ процесу суттєво залежить від структури породи, її фізичних властивостей. АЕ ділиться на два основні типи: неперервна та дискретна (вибухова). При динамічному механічному (ультразвуковому) навантаженні, коли за 1 секунду здійснюється до 10^5 повних циклів навантаження невідповідність часів релаксації системи та періоду навантаження призводить до виникнення тривалої неперервної АЕ. Неперервна АЕ виникає при накладанні в час багатьох електричних імпульсів, тобто коли масе місце їх перекриття: $(t_{n+1} - t_n) < t$, де t – час згасання n -ого імпульсу, t_{n+1}, t_n – час закінчення n -ого та $n+1$ -ого імпульсу. Реєструється неперервна АЕ, в якій накладання імпульсів відбувається незалежно від пройдених акустичними хвилями шляхів від різних джерел, тобто в часі відбувається накладання акустичних сигналів АЕ. Дискретна (вибухова) АЕ означає що два послідовних електричних імпульси не накладаються один на одного. Дискретна АЕ – випадкова відповідність імпульсів, для якої інтервал часу між імпульсами більший часу їх згасання, тобто виконується умова: $(t_{n+1} - t_n) > t$.

Співставлення акустичного відгуку в кварциті, зображеному на рис.1а, з часовим терміном дії імпульсу рубінового лазера інтенсивністю $I = 300$ МВт/см², зображеному на рис.1б, та розмірами зразка вказують на імовірне формування 2-го та 3-го "максимумів" (накладення в часі імпульсів) через механізм АЕ, оскільки часові затримки їх появи та довжина кінцевого сформованого імпульсу не можуть бути пояснені в рамках фототермопружного механізму [3]. Швидкість розповсюдження поздовжніх хвиль в кварциті була $v_{11} = 0,028$ м/5.2 мкс ≈ 5390 м/с. Модуль пружності