

УДК 550.83

П. Пігулевський, канд. геол. наук

ДО ГЕОЛОГІЧНОЇ ПРИРОДИ ПІВДЕННО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ТОМАКІВСЬКОГО ГРАВІТАЦІЙНОГО МАКСИМУМУ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром фіз.-мат. наук, проф., чл.-кор. НАН України М.А. Якимчуком)

Виконано аналіз результатів декількох варіантів інтерпретації природи аномалії регіонального Томаківського гравітаційного максимуму. За результатами комплексних геофізичних досліджень у структурі земної кори південно-західної частини максимуму прогнозується гіпабісальний лаколіт мантийного закладення. Передбачуваний загальний розмір лаколіту становить 50 x 70 км. За результатами геогустинного моделювання по гравітаційному полю та 1D інверсії кривих МТЗ лаколіт складений породами основного та ультраосновного складів

The analysis of results of several interpretations of the nature of anomaly of a regional Tomakovsky gravitational maximum is made. By results of last complex geophysical researches in structure of earth crust, hypabyssal laccolith of the mantle location in a southwest part of a maximum it is predicted. The prospective total size of a laccolith is from 50 to 70 km. By results of density modelling on a gravitational field and 1D inversion of curves MTS (magnetotelluric sounding) it is presented by basic and ultrabasic rocks

Вступ. Регіональний Томаківський (Запорізький) гравітаційний максимум (ТГМ) розташований майже в центральній частині Середньопридніпровського мегаблоку (СПМ) Українського щита (УЩ) (рис. 1). ТГМ займає площа біля 1,5–2 тис. км² і його часто ототожнюють із Запорізьким антиклінальним підняттям [1–4]. Інтенсивність максимуму в епіцентрі аномалії складає більш 50 мГал.

Існує декілька варіантів інтерпретації природи ТГМ. Г.І. Каляєвим [2] природа аномалії зв'язувалась із антиклінальним підняттям та поетапним збільшенням вмісту основних порід, метаморфізованих до гранулітової фазії, на глибину. З.О. Крутиховською [3], внаслідок розміщення ТГМ на одній осі з Сурською ЗКС, було зроблено припущення, що аномалія викликана основними породами консько-верхівцевської серії, не розкритих ерозією. Переверзєв С.І. за результатами обробки геологічних і геофізичних даних (включаючи і сейсмозондування), завірки аномалії бурінням глибокої свердловини ТГ-1 глибиною 2000 метрів (Переверзєв С.І. і ін., 1992) було зроблено припущення, що аномалія викликана похованням валоподібним підняттям славгородської товщі аульської серії в яких збільшений вміст амфіболівих мігматитів і основних порід. При цьому відмічається також збільшення ступеня метаморфізму з глибиною.

Дати однозначну відповідь на його геологічну природу пробурена свердловина ТГ-1 не змогла. Виконані при цьому комплексні геолого-геофізичні дослідження також не змогли пояснити феномен ТГМ за рахунок щільнісної диференціації порід верхньої 2-х км частини докембрійських утворень.

Наприкінці 90-х автором були узагальнені всі матеріали і дані вивчення ТГМ у рамках побудови геологічно-структурної карти докембрійських утворень Середньопридніпровського і Приазовського мегаблоків УЩ (Пігулевський П.Г. і ін., 1999) і на початку 2000-х років при вивчені глибинної будови південно-східної частини УЩ (Пігулевський П.Г. і ін., 2003) [1,5–7]. З метою оцінки альтернативних варіантів пояснення природи ТГМ вивчався можливий зв'язок максимуму з наступними факторами:

- ефектом підйому поверхні кристалічного фундаменту на вододілі рік Томаківка і Дніпро;
- впливом щільнісних неоднорідностей порід, розкритих у верхній частині розрізу глибокої свердловиною ТГ-1;
- загальним підняттям з подальшою ерозією всього блоку порід, включаючи ТГМ, при наявності вертикального градієнту щільності порядку 0,01 г/см³/км у відповідності з уявленнями К.Ф. Тяпкіна [8].

Результати кількісної перевірки цих гіпотез однозначно свідчать, що неводна з них не пояснює спостережене гравітаційне поле. Спільній їх вплив може пояснити ТГМ, однак необхідні для цього зміни геометрії геогустинної моделі різко суперечать дійсності.

Геологічна будова СПМ у районі розташування ТГМ. Згідно прийнятого тектонічного районування СПМ основна частина ТГМ розташована в межах Запорізького (Томаківського) блоку II порядку. Із заходу, сходу й півдня він обмежений зеленокам'яними структурами (ЗКС) – Чортомлицькою, Конською і Білозерською, на півночі – Девладівським розломом, на півдні – виходить за межі Конського. На південному заході та північному сході його облямовують гранітоїдні масиви сурського, токівського та мокромосковського комплексів (рис. 1).

ТГМ має витягнуту еліпсовидну форму, довга вісь якого орієнтована в північ-північно-східному напрямку й має розміри в плані 100 x 40 км. Магнітне поле в його межах характеризується переважно негативними фоновими значеннями по його периферії і позитивними складнопобудованими локальними аномаліями з переважною інтенсивністю 100–200 нТл – у центральній частині.

Із трьох структурних поверхів, що виділяються в СПМ, у межах центральної частини ТГМ переважає нижній (утворюючий стабілізований палеоархейський фундамент). Він представлений породами базавлуцької та славгородської товщі і гранітоїдами дніпропетровського комплексу. Другий структурний поверх складений переважно породами мокромосковського, сурського та токівського комплексів неоархею. За геолого-геофізичним даними його потужність коливається від 8 км на заході до 4 км на сході (Кічурчак В.М., Пігулевський П.Г., 2001).

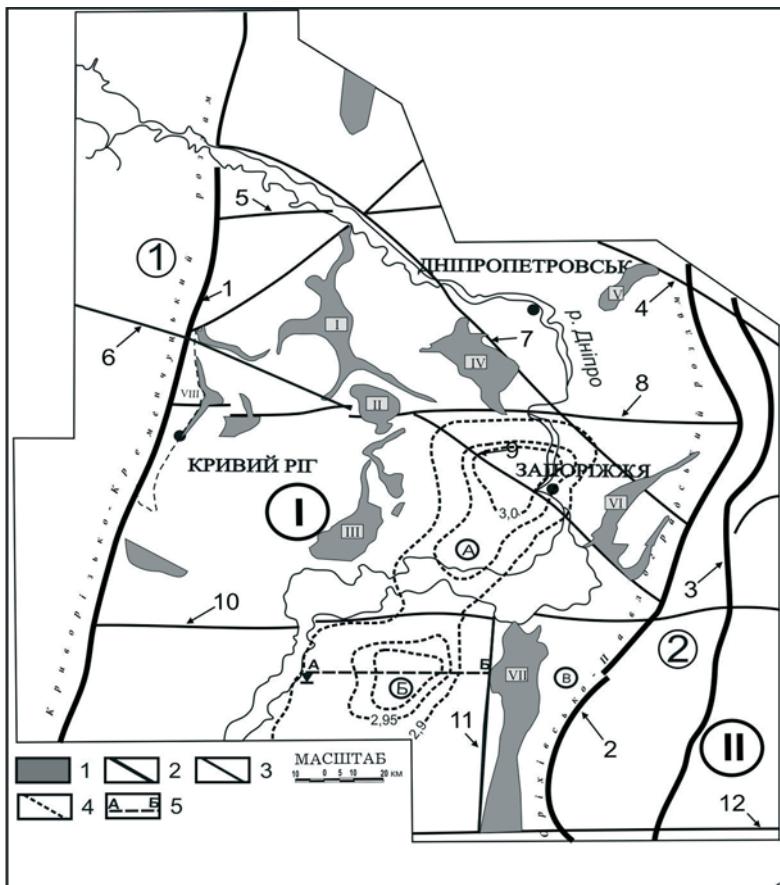


Рис. 1. Геолого-структурна схема Середньопридніпровського мегаблоку УЩ
Мегаблоки (римські цифри в кружках): Середньопридніпровський – I; Приазовський – II.
Шовні зони (цифри в кружках): Криворізько-Кременчуцька (Інгулецько-Криворізька) – 1;
Оріхівсько-Павлоградська – 2.

Тектонічні елементи. Зеленокам'яні структури (цифри в прямокутниках): I – Сурська, II – Софіївська, III – Чортомлицька, IV – Верхівцевська, V – Дерізувацька, VI – Конкська, VII – Білозерська, VIII – Криворізька.

Блоки II порядку (букви в кружках): А – Запорізький, Б – Знаменівський, В – Білозерський.

Розлами: 1 – Криворізько-Кременчуцький; 2 – Оріхівсько-Павлоградський; 3 – Західноприазовський; 4 – Самарський (фрагмент Південного крайового розлому); 5 – Бородайський; 6 – Спасівський;

7 – Дніпродзержинський; 8 – Девладівський; 9 – Хортицький; 10 – Конкський; 11 – Благовіщенський
12 – Причорноморський 1 – зеленокам'яні структури; 2 – розлами I рангу; 3 – розлами II рангу; 4 – ізоплінії розрахованої густини на зりзі 15 км, g/cm^3 ; 5 – лінія геоелектричного розрізу.

Аналіз даних визначень фізичних властивостей порід по свердловині ТГ-1 показує, що петрофізичні групи й комплекси порід розкриті нею, у цілому подібні розвинутим тут утворенням, які характеризуються близькими за значеннями фізичними властивостями. Щільнісні (густинні) характеристики більшості груп рівні або на $0,01$ – $0,02 \text{ g}/\text{cm}^3$ вище, ніж у зразків, розкритих свердловиною. Таке підвищення щільності зв'язане, як видно, із загальним ущільненням порід із глинистою. Крім того, в інтервалах 200–500 та 1200–1600 м спостерігається деяке підвищення інтервальної щільності до $2,78$ – $2,82 \text{ g}/\text{cm}^3$. Із глибини 1700–1800 м і до вибою відзначається закономірне збільшення щільності і намагніченості кристалічних порід. Більше детальний опис результатів інтерпретації природи центральної частини ТГМ наведений в роботі [4].

У межах південної схилової частини СПМ, розташованої південніше Каховського водосховища (рис. 1), геологознімальними роботами масштабу 1:50000 (Коваленко В.Ю., 1986) були виділені два блоки другого порядку – Західний (Знаменівський) і Східний (Білозерський), які розділені Благовіщенським розломом. Вони відрізняються за складом, віком і фізичними властивостями складаючи їх порід, геохімічною спеціалізацією і особливостями розламної тектоніки.

Знаменівський блок розташований у південній краївій частині ТГМ. Він має відносно однорідне гравітаційне поле і більше диференційоване та знакозмінне магнітне. Білозерський блок характеризується переважно спокійним негативним магнітним полем Za і порівняно диференційованим гравітаційним полем ga. Орієнтація осей аномалій Za в Знаменівському – північно-західна та субширотна, а в Білозерському – субмеридиональна та північно-східна. Границя між блоками проходить по Благовіщенському розламу другого порядку і збігається зі східною границею ТГМ. Розлам добре проглядається в зміні як морфології магнітного поля, так і в орієнтації локальних гравітаційних аномалій. Поблизу Благовіщенського розламу кут між осями більшості аномалій g та Vzz, орієнтованих на північний схід у Білозерському і на північний захід – у Знаменівському блокі, не перевищує 30 – 40° . По мірі віддалення від Благовіщенського розламу різниця в орієнтації осей аномалій g та Vzz стає більшою, досягаючи 90° .

Ці блоки мають специфічний склад докембрійських порід. Переважним поширенням у Білозерському блокі користуються плагіомігматити дніпропетровського комплексу і гнейси аульської серії, а в Знаменівському блокі – плагіограніти сурського комплексу, "каховські" граніти мокромосковського та токівського комплексів. У Біло-

зерському блоці відсутні тіла магнітних ультрабазитів північно-західного простягання, мігматитів і плагіогранітів сурсько-токівського комплексу, тоналітів, "каховських" гранітів. У Знаменівському блоці не виявлені плагіограніти дніпропетровського комплексу, гранодіорити та щебраківські граніти; значно менша площа розповсюдження зеленокам'яних порід конкської світи й гранітів мокромосковського типу. Породи Знаменівського блоку більш щільні й магнітні, ніж Білозерського, при істотному розходженні середніх і модальних значень σ , α і J_n однотипних і одновікових порід. Розмежуючий їх субмеридиональний Знаменівський розлам заликований мікроклінопоміни гранітами із зонами лужного метасоматозу, збагаченими рідкими і рідкісними елементами.

Отримані В.Ю. Коваленко дані показують, що місцеве геохімічне тло для деяких елементів відрізняється від кларкових змістів характерних для більшої частини Середнього Придніпров'я і Західного Приазов'я. При цьому їм властива позитивна геохімічна спеціалізація на фосфор, хром, свинець, талій, олово, нікель, цирко-

ній, германій і негативна – на берилій, мідь, лантан, стронцій, вольфрам, скандій, церій. Білозерський блок відрізняється від Знаменівського порівняно підвищеним вмістом у кристалічних породах барію, лантану, молібдену, літію, стронцію, талію, вісмуту, ніобію й зниженим вмістом – фосфору, хрому, нікелю, кобальту, титану, ванадію, марганцю, вольфраму, скандію. Останнє свідчить про більше основний первинний склад порід Знаменівського блоку й дозволяє припустити проробку його верхньої частини флюїдами вихідними з "вогнища" глибинної інtruзії, з наступним накладенням продуктів метасоматозу.

Глибинна будова району ТГМ. Під ТГМ зафіксований підйом поверхні Мохоровичича (M), який має північ-північно-східне простягання в плані із плавним зануренням у південному напрямку [5]. Глибини залягання поверхні M змінюються від 32–35 км у центральній частині ТГМ до 40–42 км південніше Каховського вододілу (рис. 2).

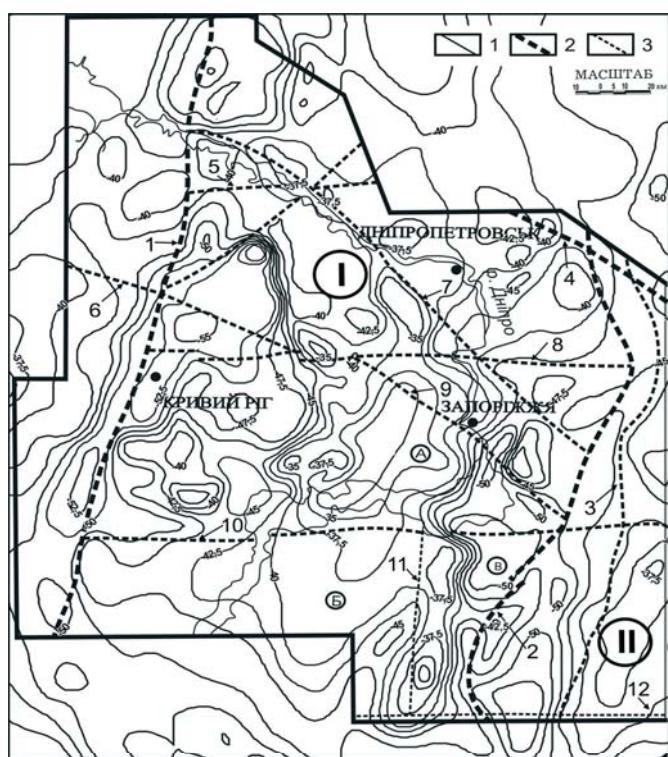


Рис. 2. Поверхня Мохоровичича з основними розламами Середньопридніпровського мегаблоку УЩ [5]
1 – ізолінії рельєфу поверхні Мохоровичича; 2 – розлами I рангу; 3 – розлами II рангу

Рівень гравітаційного поля в межах ТГМ характеризується плавним трендом значень, що знижаються у південному напрямку. Це обумовлено поступовим зануренням поверхні кристалічного фундаменту і збільшенням потужності осадового чохла в бік Причорноморської западини. При інтерпретації даних магнітотелурічних зондувань (МТЗ) шляхом 1D інверсії спостережених кривих МТЗ по субширотному профілю (рис. 1), що перетинає південно-східну частину ТГМ, у розрізі земної кори було виділено лаколітоподібне тіло, ніжка якого зміщена в східному напрямку. "Шляпа" тіла розташована точно під гравітаційним максимумом. Підбір геогустинного розрізу по гравітаційному полю дав значення щільності тіл від 2,92 до 3,05 г/см³. Вертикальна потужність "шляпи" лаколіту по простяганню коливається від 7 до 15 км. За геоелектричним розрізом (рис. 3) видно, що в центральній частині інtruзія-лаколіт має субгоризонтальне розшарування. Більш високі значен-

ня ρ_{ref} і відносно знижені $\sigma_{\text{роз}}$ до 2,92–2,96 г/см³, очевидно пов'язані з породами основного складу (габродіорити, габро). Виділена в центральній частині лаколіту зона понижених значень ρ_{ref} і підвищених $\sigma_{\text{роз}}$ до 3,02–3,26 г/см³, може бути пов'язана з породами основного і ультраосновного складів, типу піроксенітів – перидотітів. Тонка, асиметрично розташована, ніжка за даними МТЗ простежується до поверхні M, де вона обривається. Не виключено, що її мантійна частина могла б проглядатися при більш густій мережі спостережень в районі точки МТЗ №1706. По суцільний 3D геогустинної моделі на глибинах від 10 до 15 км проглядається глибинне тіло, що має трохи підковоподібних, складнопобудованих підняттів поверхні покрівлі (рис. 3).

Прогнозоване лаколітоподібне тіло добре картується й за особливостями будови аномального магнітного поля. Воно чітко простежується як велике близькоізометричне відособлене більше молодше інtruзивне

тіло, при впровадженні "розірвавши" докембрійський фундамент тектонічними порушеннями переважно північно-західного простягання. Останні чітко картуються за різко вираженими, сильно витягнутими уздовж розламних зон, лінійними негативними аномаліями. Геологічними даними підтверджена їхня інтенсивна проробка в результаті K-Na метасоматозу. Азимути їхнього простягання в середньому становлять 330–345°. Відстань між розламами північно-західного про-

стягання становить 7–8 км при видимій горизонтальній потужності зон від 1 до 3 км. Менш виражені в магнітному полі субширотні порушення з відстанню між ними 4–7 км і субмеридіональні – 5–10 км. Прогнозний гіпабісальний лаколіт чітко проявляється і у зміні положення русла р. Дніпро та поводження південної берегової лінії Каходського водоймища, які огибають цю глибинну структуру. Передбачуваний у плані загальний розмір лаколіту становить від 50 до 70 км.

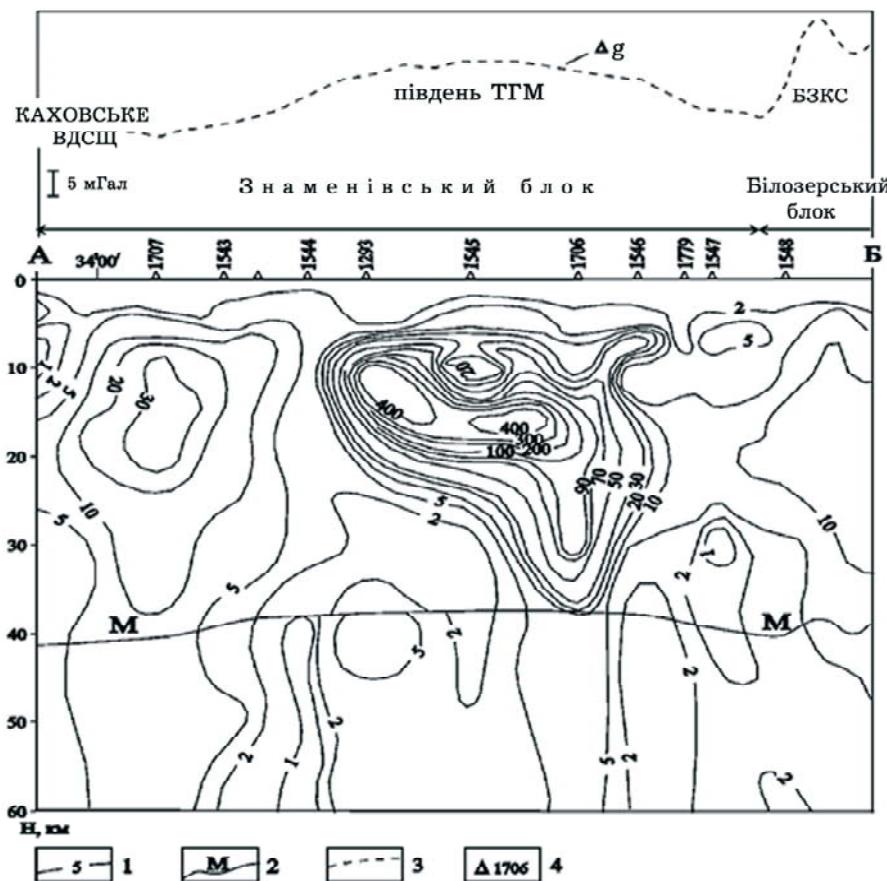


Рис. 3. Геоелектричний розріз по лінії АБ (через лаколіт)
1 – ізопотенціальні лінії ефективного питомого опору (кОм·м); 2 – розріз Мохоровичича;
3 – крива Δg_a (мГал); 4 – пункти спостереження МТЗ і їхній номер

Висновки. За результатами комплексних геофізичних досліджень у структурі земної кори південно-західної частини ТГМ СПМ прогнозується гіпабісальний лаколіт. Результати щільнісного моделювання по гравітаційному полю і 1D інверсії кривих МТЗ показують, що в центральній частині лаколіту є субгоризонтальне розшарування. Більше високі значення ρ_{eff} і відносно знижені σ_{roz} до 2.92–2.96 г/см³ пов'язані з породами основного складу, а виділена в центральній частині лаколіту зона знижених значень ρ_{eff} і підвищених σ_{roz} до 3.02–3.26 г/см³ – з породами основного та ультраосновного складів.

Таким чином, південно-західна частина ТГМ становить значний інтерес для пошуків рудопроявів різних видів корисних копалин, у тому числі тіл кімберлітового та лампроїтового магматизму, з якими можуть бути пов'язані і родовища алмазів [6].

1. Берзенін Б.З., Кичурчак В.М., Насад А.Г., Пигулевский П.И. Некоторые результаты по составлению среднемасштабной геологической карты докембрийских образований юго-восточной части Украинского щита // Геология і магматизм докембрію Українського щита: Тез. докл. научно-практической конференции, Київ, 30 мая–1 июня

2000 г. – К.: ІГМР НАН України, 2000. 2. Каляєв Г.І., Крутіховська З.О., Жуков Г.В. Тектоніка Українського щита. – К., 1972. 3. Крутіховська З.А., Пашкевич И.К., Силина И.М. Магнітная модель и структура земной коры Украинского щита. – К.: Наук. думка, 1982. 4. Малиновский А.К., Пигулевский П.И., Сухорада А.В. К вопросу строения Томаковского гравитационного максимума // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей: Материалы 28-й сессии Международного семинара им. Д.Г. Успенского, Москва, 29 января – 2 февраля 2001 г. – М., 2001. 5. Насад А.Г., Пигулевский П.И., Кичурчак В.М., Радзивилл А.Я. О взаимосвязи поверхностных структур докембрийского фундамента Среднепридніпровського и Приазовського геоблоков Українського щита с поверхностью Мохоровичича // Геол. журн. – 1997. – № 1–2. – С.131–137. 6. Насад А.Г., Пигулевский П.И., Берзенін Б.З. и др. К вопросу регионального прогноза алмазоносности Приазовского геоблока Українського щита по геофизическим данным // Прогнозирование и поиски коренных алмазных месторождений: Тез. докл. Международной научно-практической конференции, Симферополь-Судак, 21–23 сентября 1999. – Симферополь, 1999. 7. Пигулевский П.И., Берзенін Б.З., Кичурчак В.М., Насад А.Г. Составление среднемасштабных геолого-структурных карт докембрийских образований (на примере юго-восточной части Українського щита) // Материалы Международной геофизической конференции "Геологической службе России 300 лет": Тез.докл.: Санкт-Петербург, 2–6 октября 2000. – СПб., 2000. 8. Тяпкин К.Ф. Изучение разломных и складчатых структур докембра геолого-геофизическими методами. – К., 1986.