

УДК 549.12: 550.4(447)

**ПРОТЕРОЗОЙСЬКА ТЕКТОНО-МАГМАТИЧНА АКТИВІЗАЦІЯ
СЕРЕДНЬОПРИДНІПРОВСЬКОГО ТА ПРИАЗОВСЬКОГО РАЙОНІВ
УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА В ІНФОРМАЦІЇ З АКЦЕСОРНИХ МІНЕРАЛІВ**

О. Чепіжко, В. Кадурін

*Одеський національний університет імені І.І. Мечникова
65024 м. Одеса, вул. Дворянська, 2
E-mail: chepodes@ukr.net*

Асоціації акцесорних мінералів, їхній склад і властивості можуть слугувати надійним критерієм формаційної належності гранітоїдів. Вивчено питання відновлення головних рис еволюції раніше виділених районів Українського щита в епоху ранньо- і середньопроterозойської тектономагматичної активізації на підставі інтерпретації інформації з акцесорних мінералів гранітоїдів. Досліджено природу тектономагматичної активізації Середньопридніпровського і Приазовського районів Українського щита на підставі вивчення акцесорних мінералів. Загальний хід протерозойської тектономагматичної активізації можна уявити як вплив матеріально-термальних мантийних потоків, що привели до розвитку антидромного магматизму і сформували блоки Українського щита.

Ключові слова: акцесорні мінерали, гранітоїди, Український щит, тектономагматична активізація, докембрій.

Формування мінеральних систем підпадає під закони саморегулювальних систем, що самоорганізуються. Наявність у породі подібних систем, утворених на основі мінерального індивіда, дає змогу пояснити здатність до відтворення, багаторазове повторення подібних одиничних онтогенетичних циклів, виникнення й існування індивідів і агрегатів. І якщо поняття “онтогенез” і “філогенез” відображають еволюційні риси процесів мінералоутворення, то методичним прийомом добування інформації про ці процеси є саме стадіальний аналіз. Дослідження філогенетичних зв'язків можливе на підставі стадіального аналізу, що дає змогу порівнювати історико-еволюційні (філогенетичні) парагенезиси таких ознак, тобто найзагальніші властивості об'єктів і зміни їхніх діагностичних властивостей по осі часу. Асоціації акцесорних мінералів, їхній склад і властивості можуть слугувати надійним критерієм формаційної належності гранітоїдів. Ми спробували вирішити протилежне завдання, а саме: відновити головні риси еволюції виділених районів Українського щита (УЩ) в епоху ранньо- і середньопроterозойської тектономагматичної активізації (ТМА) на підставі інтерпретації інформації з акцесорних мінералів гранітоїдів.

Вміст акцесорних мінералів, по суті, є показником глибинності утворення гранітоїдів [3–5, 7 та ін.]. Наприклад, вміст апатиту закономірно знижується від ранніх до пізніх гранітоїдних формацій УЩ: найбільші його вмісти в ендербітах про- і протогео-синклінальних етапів, найменші – у гранітах субплатформного і платформного етапів. Вміст циркону, навпаки, зростає від ранніх до пізніх формацій. Унас-

лідок зіставлення вмісту головних акцесорних мінералів, що формують синпетрогенну асоціацію для гранітоїдів, ми виявили закономірність у їхньому співвідношенні. Зокрема, для пар акцесорних мінералів циркон–апатит, апатит–магнетит і магнетит–ільменіт зафіксовано прямопропорційну залежність у зміні їхньої кількості, що корелює з глибиною формування певного петротипу граніту. Таку залежність можна використати під час вивчення окремого структурного району докембрійського фундаменту як один із факторів глибинності формування [7, 9].

Наша мета – вивчити природу тектономагматичної активізації Середньопридніпровського і Приазовського районів УЩ на підставі інтерпретації інформації з акцесорних мінералів. Під час досліджень виявлено можливий хід процесу й еволюції ймовірних активізованих ділянок у ранньо- і середньопротерозойський час. Наші завдання були такими: вивчити якісний і кількісний склад акцесорних мінералів головних плутонічних комплексів; на підставі вивчення онтогенії і філогенії акцесорних мінералів виділити їхні парагенетичні асоціації, що відповідають синпетрогенній, автотектонічній і накладеній стадіям процесу гранітизації; визначити на рівні акцесорних мінералів характер і хід процесів, що відповідають етапові ТМА.

Для відпрацювання методики ми застосували сучасні статистичні прийоми опрацювання інформації для порівняння плутонічних формацій окремих районів щита, вибраних за високим ступенем подібності будови, – Середньопридніпровського та Приазовського.

Інформацію з акцесорних мінералів систематизовано на підставі класифікації, запропонованої М.І. Толстим з колегами [9]. Вважаємо за потрібне зазначити, що ця класифікація обрана обґрунтовано, оскільки роботи з акцесорних мінералів становили частину комплексної програми з вивчення плутонічних формацій УЩ, виконаної Київським університетом під керівництвом проф. М.І. Толстого.

Середньопридніпровський район розташований на схід від Інгуло-Інгулецького району й обмежений з заходу та зі сходу, відповідно, Криворізько-Кременчуцьким та Оріхово-Павлоградським глибинними розломами. Для Середньопридніпровського району найхарактернішими є два типи структур – плагіогранітогнейсові куполи й вали та синкліноральні структури, складені порівняно слабо метаморфизованими вулканогенно-осадковими утвореннями (зеленокам'яні товщі) [1, 3]. За особливостями геологічної будови район належить до граніт-зеленокам'яних областей, що виявлені майже на всіх докембрійських щитах. Стабілізація району відбулася вже в архей, і в подальшій геологічній історії щита він бере участь уже у вигляді досить жорсткої структури. Ультраметаморфічні та інтрузивно-метасоматичні утворення району представлені мезоархейським дніпропетровським та неоархейськими сурським, саксаганським, демуринським, мокромосковським і токівським комплексами [2, 4, 6].

Приазовський район охоплює крайню південно-східну частину УЩ і відокремлений від суміжного з ним Середньопридніпровського Оріхово-Павлоградським глибинним розломом. Тектонічно він відповідає Приазовському мегаблоку. Район перетинають глибинні розломи мантіїного та внутрішньокорового закладання – Азово-Павлоградський, Центральноприазовський, Малоянісольський, Бердянсько-Кальміуський, Конкський, Сорокинський, Куйбишевський та ін. Більшість з них виявлена у вигляді зон розривних дислокацій шириною до кількох кілометрів. Ці зони розбивають Приазовський мегаблок на тектонічні одиниці вищого порядку –

Західно- та Східноприазовський блоки і Центральноприазовську міжблокову зону [1–3, 6, 8].

Гранітоїдні утворення району представлені неоархейськими шевченківським та токмацьким, палеопротерозойськими обіточенським, салтичанським, анадольським і хлібодарівським та мезопротерозойськими південнокальчицьким і кам'яномільським комплексами.

Отримані під час дослідження акцесорних мінералів дані становлять основу висновків і рекомендацій з вивчення порід і процесів їхнього формування та перетворення. Для всіх районів відібрано й проаналізовано 11 комплексів гранітоїдів. У базі даних зібрано відомості з 12 петротипів Середньопридніпровського і 16 – Приазовського районів УЩ, для яких отримано дані про кількісний склад акцесорних мінералів, їхній розподіл і поширення, виділено типоморфні асоціації й виконано генераційний аналіз циркону. З огляду на об'ємність первинного матеріалу і нерівномірність розподілу акцесорних мінералів, а також необхідність кількісних характеристик, типоморфні асоціації акцесорних мінералів відображені в логарифмічному масштабі.

Аналіз монографій і публікацій з 70-х років ХХ ст. [1, 2, 4, 8 та ін.] дає змогу сформулювати головні ознаки активізованих областей УЩ: 1) антидромний характер магматизму; 2) значна роль великих тектонічних порушень на тлі платформного розвитку. Найважливішими для УЩ є:

- ранньо-, середньопротерозойська (1900–1600 млн років) епоха активізації, яку характеризує могутня гранітизація, що привела до утворення високолужних калієвих гранітів і їхніх мігматитів, а також розломних зон з метасоматичними проявами; пізня стадія цієї епохи – формування масивів рапаківі та нефелінових сієнітів і пов'язаних з ними метасоматичних комплексів;
- пізньопротерозойська (близько 1200 млн років) епоха активізації з характерним утворенням порід овузької світи і лужних гранітоїдів пержанського комплексу.

Розробки теоретичної мінералогії, онтогенії, філогенії і типоморфізму мінералів, мінералогічної кристалографії дали змогу створити методику інформаційно-генетичної інтерпретації інформації з вивчення акцесорних мінералів і виробити систему її комплексного опрацювання [7, 9]. Отримані під час дослідження акцесорних мінералів дані допомагають відповісти на проблемні питання петрогенезу, розчленування і кореляції “німих” товщ, визначення геохімічної та мінералогічної спеціалізації порід, оцінити їхню потенційну рудоносність.

Ми вивчили природу ТМА Середньопридніпровського і Приазовського районів УЩ (табл. 1–4) на підставі інтерпретації інформації з акцесорних мінералів.

Донедавна Середньопридніпровський район, зазвичай, не зачисляли до тих, на території яких поширені гранітоїди ТМА. Застосування акцесорних мінералів для вирішення цього питання дає підстави стверджувати, що деякі комплекси (зокрема, токівський, мокромосковський, демурицький) утворилися (або зазнали впливу) внаслідок процесів ТМА.

Про це свідчить склад синпетрогенних, автometасоматичних і накладених асоціацій акцесорних мінералів провідних типів гранітоїдних порід (див. табл. 1, 3).

Калієві граніти токівського, мокромосковського і демурицького комплексів могли сформуватися внаслідок прояву ТМА. Це підтверджено асоціаціями парагенетичних акцесорних мінералів з асоціаціями автometасоматичних (топ+мон+тур,

Таблиця 1

Синпетрогенні асоціації акцесорних мінералів
за петротипами гранітоїдів Середньопридніпровського району

| Комплекс | Петротип | Синпетрогенні асоціації | |
|-------------------|--------------------------------|--|---|
| | | логарифмічний вираз | відсотковий вміст |
| Токівський | Граніт токівський | 3мгт+1цир+2ап+3сф | 100мгт+1цир+15ап+38сф |
| | Граніт щербаковський | 3мгт+1цир+1ап+2сф | 100мгт+3цир+2ап+16сф |
| Мокромосковський | Граніт кам'янський | 1мгт+2ілт+0цир++2ап+0сф+ +0мон+0тур | 7мгт+54ілт+1цир+100ап+2сф+ 0,5мон+2тур |
| | Граніт мокромосковський | 1мгт+1ілт+1цир+2ап+0сф+ +0мон+1тур | 43мгт+11ілт+4цир+100ап+1сф+ 2мон+23тур |
| Демури- нський | Граніт скелеватський | 2мгт+1ілт+1цир+1ап | 100мгт+12ілт+7цир+18ап |
| | Граніт демури-нський | 2мгт+1ілт+1цир+1ап | 100мгт+3ілт+1цир+5ап |
| | Гранодіорит кудашівський | 3мгт+1ілт+1цир+2ап+1мон+ +1еп | 100мгт+1ілт+2цир+14ап+1мон +1еп |
| Сурський | Тоналіт сурський | 3мгт+1ап+1пір+1орт+3еп | 78мгт+4ап+2пір+3орт+100еп |
| Дніпропетровський | Плагіограніт запорізький | 3мгт+1цир+2ап+1пір+2сф+0еп | 100мгт+2цир+7ап+4пір+35сф+ 4еп |
| | Плагіограніт дніпропетровський | 2мгт+1ілт+1ап | 100мгт+3ілт+5ап |
| | Тоналіт дніпропетровський | 3мгт+1цир+2ап+1пір+1сф | 100мгт+0цир+5ап+1пір+0сф |
| | Тоналіт чаплинський | 3мгт+1цир+2ап+2пір | 100мгт+0цир+10ап+5пір |

П р и м і т к а. Мгт – магнетит; цир – циркон; ап – апатит; сф – сфен; ілт – ільменіт; мон – монацит; тур – турмалін; еп – епідот; пір – пірит; орт – ортит; топ – топаз; фл – флюорит; гал – галеніт; мол – молібденіт; кас – каситерит; а/пір – арсенопірит; зол – золото; х/пір – халькопірит; кс – ксенотим; гр – гранат; рут – рутил; гем – гематит; кін – кіновар; чев – чевкініт; та-нб – тантало-ніобати; бл.р. – бл. руди; сил – силіманіт; пірн – піротин; цирт – циртоліт.

Таблиця 2

Синпетрогенні асоціації акцесорних мінералів
за петротипами гранітоїдів Приазовського району

| Комплекс | Петротип | Синпетрогенні асоціації | |
|---------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| | | логарифмічний вираз | відсотковий вміст |
| Кам'яно-могильський | Граніт кам'яно-могильський | 1мгт+1цир+1ап+1топ+1фл | 7мгт+18цир+15ап+36топ+ +100фл |
| | Граніт катеринівський | 0мгт+1цир+1ап+1топ+2фл | 1мгт+12цир+12ап+25топ+ +100фл |

Закінчення табл. 2

| Комплекс | Петротип | Синпетрогенні асоціації | |
|-----------------|------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| | | логарифмічний вираз | відсотковий вміст |
| Хлібодарівський | Граносієніт еланчицький | 3мгт+3ілт+2цир+2ап | 100мгт+29ілт+4цир+12ап+20сф |
| | Граносієніт кальміуський | 3мгт+3ілт+2цир+2ап+2сф | 100мгт+54ілт+3цир+12ап+19сф |
| | Граносієніт жовтневий | 3ілт+2мгт+2цир+2ап+1фл | 100ілт+12мгт+11цир+9ап+1фл |
| Анадольський | Лейкограніт максимовський | 3мгт+1ілт+0цир+0ап | 100мгт+2ілт+1цир+1ап |
| | Граніт анадольський | 2мгт+1ілт+0цир+0ап+1мон | 100мгт+3ілт+1цир+1ап+12мон |
| Салтичанський | Граніт радоловський | 3мгт+2цир+1ап+2сф | 100мгт+4цир+3ап+32сф |
| | Граніт салтичанський | 3мгт+1ілт+2цир+2ап+2сф+2орт | 100мгт+1ілт+4цир+12ап+48сф+18орт |
| | Граніт андровський | 2мгт+1цир+2ап+1пір+0сф | 100мгт+1ілт+2цир+13ап+1сф |
| Обіточенський | Плагіограніт лідинський | 3мгт+1ілт+2цир+3ап+1пір+2сф | 100мгт+0ілт+4цир+46ап+0пір+3сф |
| | Гранодіорит кальміуський | 3мгт+1цир+2ап+2сф+3еп | 100мгт+3цир+12ап+19сф+54еп |
| | Тоналіт осипенківський | 3мгт+1цир+2ап+2сф+3еп | 77мгт+1цир+10ап+10сф+100еп |
| | Кварцовий діорит обіточенський | 2мгт+1цир+2ап+2сф | 100мгт+31ап+9цир+38сф |
| Шевченківський | Плагіограніто-гнейс шевченківський | 3мгт+1цир+2ап+2сф | 100мгт+1цир+10ап+10сф |
| Токмацький | Ендербіт старокримський | 2мгт+2ілт+1цир+2ап+2пір | 100мгт+64ілт+11цир+66ап+24пір |

Примітка. Умовні позначення див. табл. 1.

Таблиця 3

Автометасоматичні та накладені асоціації акцесорних мінералів за петротипами гранітоїдів Середньопридніпровського району

| Петротип | Асоціації | |
|-------------------------|---|-------------------------------------|
| | автометасоматичні | накладені |
| Граніт токівський | 1) топ+мон+тур; 2) пір+гал+фл+мол | 1) х/пір+пірн+арс; 2) мон |
| Граніт щербаківський | 1) фл+пір+мол+гал; 2) кас | 1) фл+гал+пір; 2) пірн+х/пір+мол |
| Граніт кам'янський | 1) орт+сф+топ+фл; 2) арс+зол+х/пір+пір | 1) гал+фл+пір; 2) еп |
| Граніт мокромосковський | мон+кс | 1) арс+пір; 2) еп |
| Граніт скелеватський | сф+мон+х/пір+тур | пірн+гал+фл |

Закінчення табл. 3

| Петротип | Асоціації | |
|--------------------------------|-------------------|--|
| | автометасоматичні | накладені |
| Граніт демуринський | тур+фл+гр+еп+сф | 1) та-нб+цир+орт+ксе; 2) еп+сф; 3) пір+мол+а/пір+гал+х/пір |
| Гранодіорит кудашівський | сф+тур+фл+гр | та-нб+орт+кас |
| Тоналіт сурський | еп+фл+пір+рут+сф | 1) кас; 2) гем |
| Плагіограніт запорізьський | сф+еп+пір+фл+кас | 1) кас; 2) еп+ксе; 3) гал+фл+мол+пір+х/пір |
| Плагіограніт дніпропетровський | пір+сф | х/пір+ксе |
| Тоналіт дніпропетровський | пір+сф+орт+еп | 1) мон+рут+кас+х/пір; 2) фл+гал |
| Тоналіт чаплинський | сф+еп+рут+гем | 1) кас+мон+мол; 2) еп; 3) фл+гал+х/пір+пір |

П р и м і т к а. Умовні позначення див. табл. 1.

Таблиця 4

Автометасоматичні та накладені асоціації акцесорних мінералів за петротипами гранітоїдів Приазовського району

| Петротип | Асоціації | |
|--------------------------------|---|---|
| | автометасоматичні | накладені |
| Граніт кам'яногогільський | 1) ілт+цир+тур+мол+орт; 2) чев+та-нб+кас+кс+топ+фл | фл+кін |
| Граніт катеринівський | 1) ілт+мол+кс+орт; 2) чев+та-нб+топ+фл | фл+кін |
| Граносієніт еланчицький | мол+чев | пір+рут |
| Граносієніт кальміуський | пір+мон+фл+орт | фл+х/пір |
| Граносієніт жовтневий | пір+чев+орт+тур+топ | фл+х/пір+гал+бл.р |
| Лейкограніт максимівський | мон+тур+еп+гр+пір+кас+гем | 1) топ; 2) мол+х/пір+а/пір |
| Граніт анадольський | сф+рут+пір+х/пір | 1) кс+рут; 2) гем+еп+гр |
| Граніт радоловський | орт+еп+рут+гем | тур+гр+сіл |
| Граніт салтичанський | орт+сф+еп+мол+х/пір+пірн | гал+пір+пірн |
| Граніт андровський | сф+еп+орт+фл | пір |
| Плагіограніт лідинський | сф+рут+орт | 1) цирт+мон; 2) рут; 3) мол+х/пір+гал+кін |
| Гранодіорит кальміуський | ілт+пір | 1) мон+топ+та-нб |
| Тоналіт осипенківський | цирт+орт+тур+гем | 1) мон+та-нб; 2) гал+а/пір |
| Кварцовий діорит обіточенський | ілт+пір | мон+топ+та-нб |
| Плагіограніт шевченківський | сф+орт+тур+мон+мол+х/пір | 1) топ+та-нб+кас+мол; 2) еп+пірн+мол+ілт; 3) гал+фл+кін+а/пір+х/пір+ бл.р |
| Ендербіт старокримський | мон+сф+пірн | мол |

П р и м і т к а. Умовні позначення див. табл. 1.

пір+гал+фл+мон, тур+фл+гр+еп+сф). Наявність флюориту, монациту, сфену і турмаліну можна інтерпретувати як фактор ультраметаморфічної диференціації гранітоїдних порід з переходом до магматичної диференціації внаслідок ТМА.

Інший чинник пов'язаний, швидше за все, з накладеними процесами і наявністю накладених асоціацій акцесорних мінералів (та-нб+цирт+орт+ксе, пір+мол+а/пір+гал+х/пір) – головно халькофільно-літофільним парагенезисом елементів (Nb, Sn, Cr, Pb, Li, Mo).

Для Приазовського району (див. табл. 2, 4), як і для Середньопридніпровського, характерна наявність двох груп варіацій мінерального складу гранітоїдів. Першої властива ультраметаморфічна диференціація вихідних порід, склад яких послідовно змінюється від діоритів, ендербітів, кварцових діоритів, гранодіоритів, тоналітів, плагіогранітів, чарнокітів до лейкогранітів. Друга менш виражена, їй притаманне зростання ролі еманційно-метасоматичної диференціації гранітоїдних порід щодо магматичної (граносієніти, кварцові сієніти хлібодарівського, сієніти південнокальчицького, нормальні граніти анадольського і салтичанського, сублужні граніти хлібодарівського, південнокальчицького і кам'яногогільського комплексів, які можна зачислити до утворень, генетично чи парагенетично пов'язаних з процесами ТМА).

Отже, до провідних типів гранітоїдних порід пізніх етапів докембрійської ТМА УЩ за результатами дослідження треба зачислити низку провідних петротипів нормальних гранітів і лейкогранітів, усі провідні петротипи сублужних гранітів, усі рапаківі і рапаківіподібні граніти, апограніти, сієніти, кварцові сієніти, граносієніти з тих комплексів, які попередньо вважали такими, що сформовані в процесі прояву тектономагматичної активізації.

Загальний хід протерозойської ТМА можна уявити як вплив матеріально-термальних мантієвих потоків, що привели до розвитку антидромного магматизму і формування блоків УЩ.

1. Белевцев Я.Н., Каляев Г.И. Зоны активизации Украинского щита и связь с ними оруденения // Металлогения областей тектоно-магматической активизации. Иркутск, 1973. С. 119–120.
2. Гойжевский А.А., Науменко В.В., Скаржинский В.И. Тектоно-магматическая активизация регионов Украины. К., 1977.
3. Гранитоидные формации Украинского щита / Щербаков И.Б., Есипчук К.Э., Орс В.И. и др. К., 1984.
4. Григорьева Л.В. Докембрійская тектоно-магматическая активизация. Л., 1986.
5. Ляхович В.В. Акцессорные минералы. М., 1968.
6. Науменко В.В. Эндогенное оруденение в эпохи тектоно-магматической активизации Европы. К., 1981.
7. Носырев И.В., Кадурін В.Н., Робул В.М., Чепіжко А.В. К методике выделения типоморфных ассоциаций акцессорных минералов гранитоидных пород // Акцессорные минералы горных пород. М., 1985. С. 34–43.
8. Толстой М.І., Гасанов Ю.Л., Костенко Н.В. та ін. Петрогеохімія і петрофізика гранітоїдів Українського щита та деякі аспекти їх практичного використання. К., 2003.

9. Чепіжко О.В., Кадурін В.М., Радкевич Г.А. Онтогенія і філогенія акцесорних мінералів гранітоїдів Українського щита // Мінерал. зб. 2002. № 52. Вип. 2. С. 155–160.

**PROTEROZOIC TECTONO-MAGMATIC ACTIVIZATION
OF THE UKRAINIAN SHIELD MIDDLE DNIEPER AND AZOV REGIONS
IN THE INFORMATION OF ACCESSORY MINERALS**

O. Chepizhko, V. Kadurin

*I.I. Mechnikov National University of Odesa
Dvoryans'ka St. 2, UA – 65024 Odesa, Ukraine
E-mail: chepodes@ukr.net*

The associations of accessory minerals, their structure and properties can serve reliable criterion of granitoids' formational belonging. The question of the restoration of different Ukrainian Shield regions (Middle Dnieper and Azov blocks) evolution main features in the epoch of Early and Middle Proterozoic tectono-magmatic activation is investigated on the basis of granitoids accessory minerals. The general course of the Proterozoic tectono-magmatic activation can be presented as influence of material- thermal mantle flows, which have resulted in development of antidromic magmatism and have generated blocks of the Ukrainian Shield.

Key words: accessory minerals, granitoids, Ukrainian Shield, tectono-magmatic activation, Precambrian.

Стаття надійшла до редколегії 19.04.2004

Прийнята до друку 12.05.2004