

УДК 551.72 (477. 62)

## ЗЕЛЕНОКАМ'ЯНИЙ МЕТАМОРФІЧНИЙ КОМПЛЕКС ПАВЛІВСЬКОЇ ЗЕЛЕНОКАМ'ЯНОЇ СТРУКТУРИ ПРИАЗОВ'Я (УКРАЇНСЬКИЙ ЩИТ)

**В. Пащенко, А. Лисак, А. Сіворонов**

*Львівський національний університет імені Івана Франка,  
геологічний факультет, кафедра загальної та регіональної геології,  
вул. Грушевського, 4, 79005, Україна  
e-mail: zaggeol@franko.lviv.ua*

Розглянуто особливості складу, будови й хімізму стратигенних утворень Павлівської зеленокам'яної структури Приазов'я (Український щит), зазначено про подільність розрізу за складом на дві частини. Нижня досить монотонна, утворена переважно тонкозернистими амфіболітами, верхній пригаманна різноманітність, багатомінеральність та чітка смугастість породних відмін, нерівноважність мінеральних асоціацій, сульфідна мінералізація і часто наявність турмаліну. Зафіксовано суттєву розбіжність за особливостями хімізму утворень різних частин розрізу, зроблено висновок про вулканогенну природу нижньої з них та найвірогіднішу осадову природу протоліту верхньої. З геолого-формаційного погляду їм надано статус толейтової і вапнисто-сланцевої формації, відповідно.

*Ключові слова:* Український щит, зеленокам'яна структура, формація, хімізм.

Порівняно з іншими структурами Приазов'я такого ж тектонотипу (Косівцівська, Сорокінська, Гайчурська [1, 2]) Павлівська зеленокам'яна структура виявлена недавно. Мезоархейські стратигенні утворення (зеленокам'яний метаморфічний комплекс), що її вивопнюють, перекриті мезозой-кайнозойськими відкладами Конксько-Ялинської западини потужністю від 100 до 250 м [3]. Вони розкриті свердловинами на зламі 80–90-х років ХХ ст. у ході геологічного картування під керівництвом В. Васильченка (1985–1989) та С. Стрекозова (1989–1993 рр., за нашою участю). Отримані результати певною мірою фрагментарні й наразі належно не відображені в публікаціях. Однак вони потребують узагальнення, оскільки репрезентують певні риси складу й упорядкування цих дуже давніх нашарувань.

Павлівська зеленокам'яна структура є прирозломною синклінальною формою (грабен-синкліналь) північ–північно-західного простягання, протяжністю (наразі визначеною) близько 30–32 км і шириною від 0,35 до 2,4 км. Вона розташована в північно-західній частині Східноприазовської структурно-формаційної зони (СФЗ), біля її межі (Малоянісольська розломна система) з Центральноприазовською СФЗ [3]. Загальним для стратигенних утворень, що її вивопнюють, є дуже дрібнозерниста їхня структура, невірноважений характер мінеральних асоціацій, поєднання різновидів майже масивної та сланцевої текстури, гомогенних, смугастих, лінзоподібно-смугастих. У породах, зазвичай, фіксують регресивну спрямованість мінералоутворення, від епідот-амфіболітової (можливо, ділянками від амфіболітової) мінеральної фації до зеленосланцевої. У будові фрагментів розрізу, що

розкриті навіть однією свердловиною, зазвичай беруть участь різновиди порід з мінеральними асоціаціями різної фаціальної належності, а також відміни зі “змішаними” наборами мінералів. Для більшості з них ми використовуємо єдину назву “сланець” з подальшим поділом на відміни за набором породотвірних мінералів. Лише для різновидів, складених амфіболом і підпорядкованим йому плагіоклазом, збережений традиційний термін “амфіболіт”.

Нерідко породи значно сульфідизовані, уміщують згідні й січні прожилки потужністю від частки міліметра до 2–3 см кварцового, кварц-карбонатного, епідот-карбонатного або епідот-кварц-карбонатного складу. Часто трапляються жили й прожилки потужністю від перших міліметрів до перших метрів турмаліновмісних гранітів різної зернистості. Іноді в екзоконтактних зонах потужніших жил, а також поза видимим зв’язком з ними, фіксують значну насиченість стратигенних утворень згідними прожилками цих гранітів. Породні асоціації місцями набувають вигляду смугастих мігматитів, які зазвичай мають чіткі ознаки ін’єкційної природи.

За особливостями складу серед стратигенних утворень виокремлюють дві товщі, які ми визначили як метатолітову (нижню) і вапнисто-сланцеву (верхню) формації.

**Метатолітова формація** в площині ерозійного зрізу Павлівської структури займає переважні площі. Наразі вона розкрита обмеженою кількістю свердловин, які не забезпечили перекриття розрізу. Візуально формацію сприймають як монотонну за складом товщу. Це зумовлено досить одноманітним якісним мінеральним складом порід і незначними варіаціями в них кількісних співвідношень різних мінералів. Макроскопічно породи сприймаються, переважно, як тонкозернисті амфіболіти масивної або сланцюватої текстури. Серед них лише іноді трапляються малопотужні (0,5–5,0 см) прошарки роговообманкових мікрогнейсів і гранат-біотитових мікроплагіогнейсів. Вивчення “амфіболітів” засвідчило, що вони в різних ділянках поширення дещо відрізняються меланократовістю та наборами й кількісними співвідношеннями провідних породотвірних мінералів. Головно це пов’язано з двома генераціями амфіболу – актиноліту та рогової обманки. Поява пізнішого з них (актиноліт) зазвичай супроводжується збільшенням зернистості порід та набуттям ними, зі зростанням його кількості, дедалі чіткіше вираженої сланцюватості.

Поки що повною мірою оцінити особливості внутрішнього впорядкування формації немає змоги. Свердловинами не забезпечено перекриття розрізу. Її потужність (розраховану графічним способом по карті) оцінюють у 650–700 м. Вивчені в керні розрізаних свердловин фрагменти розрізу формації свідчать про значну одноманітність складу різних його частин, що разом з особливостями хімізму порід дає підстави вважати найвірогіднішою вулканогенну природу її протоліту. Проте реліктових петрографічних ознак у породах для такого висновку поки не виявлено.

Провідне значення в формації мають метавулканіти основного (амфіболіти й сланці амфібол-плагіоклазові, епідот-плагіоклаз-актинолітові) та, мабуть, менше, середнього (кварцовмісні амфібол-плагіоклазові сланці) складу. Поки свердловинами без перекриття розрізу розкриті, головно, породи основного складу й лише в одному з фрагментів потужністю 34–35 м простежено їхнє перешарування з метавулканітами середньої основності, загальна роль яких у формації, однак, не визначена.

**Вапнистосланцева формація** відома наразі лише в північній ланці Павлівської грабен-синкліналі. Тут вона тяжіє до внутрішньої частини структури, де в площині ерозійного зрізу утворює вихід протяжністю близько 11,5 км за ширини від 250 до

750 м. Для вапнисто-сланцевої формації характерні значна різноманітність породних відмін, їхня багатомінеральність і невірноваженість мінеральних асоціацій, чітко виражена смугастість порід і майже всюди виявлена сульфідна мінералізація. Якщо в толеїтовій формації така мінералізація супроводжує поверхні сланцюватості та різнонапрявлені тріщинки, то в породах вапнисто-сланцевої формації є розсіяною.

В утвореннях цієї формації майже всюди трапляється турмалін, місцями його вміст досягає значення породотвірного мінералу. Свердловинами наразі розкрито лише розрізнені фрагменти розрізу формації потужністю від 10 до 54 м. Це пачки дуже частого перешарування (потужність 1,5–5,0 см) актиноліт-біотит-плагіоклазових, магнетит-актиноліт-плагіоклазових, актиноліт-кварц-плагіоклазових, плагіоклаз-актиноліт-кварцових, турмаліно- і кварцовмісних біотит-плагіоклазових та магнетит-турмалін-біотит-кварц-плагіоклазових, біотит-роговообманково-(± актиноліт)-плагіоклазових, діопсид-біотит-роговообманково-плагіоклазових, біотит-актиноліт-цоїзитових і цоїзит-актиноліт-плагіоклазових (± біотит), актинолітизованих роговообманково-плагіоклаз-діопсидових, магнетит-цоїзит-амфібол-кварц-двопольовошпатових та магнетит-біотит-кварц-плагіоклазових (± мікроклін) сланців. Більшість відмін сланців містить карбонат. В окремих частинах розрізів строкаті за мінеральним складом набори сланців перешаровані з тонкозернистими смугастими амфіболітами, крім того, серед сланців трапляються прошарки потужністю до 0,6 м біотитових мікрогнейсів і гранат-біотитових плагіомікрогнейсів, у малопотужних прошарках перші нерідко карбонатомісні. З огляду на підвищену вапнистість порід ми не виключаємо, що вапнисто-сланцева формація Павлівської структури належить не до тоналіт-зеленокам'яного, а до гранітоїдно-метаосадового типу СФК [4] Приазов'я (палеопротерозой).

Стратигенні утворення Павлівської зеленокам'яної структури досить повно (толеїтова формація – 26 силікатних аналізів, вапнисто-сланцева формація – 51) вивчені хімічно. Петрографічні ознаки їхньої вихідної (дометаморфічної) природи поки не виявлені. Відтак результати їхнього хімічного вивчення ми аналізували з використанням однакового набору петрохімічних показників і діаграм, головню тих, що є в основі петрохімічної класифікації магматичних утворень.

За вмістом кремнекислоти ці утворення охоплюють петрохімічні групи магматичних порід основного, середнього та кислого складу (рис. 1, а). Привертає увагу різний характер розподілу фігуративних точок порід різних формацій на діаграмі  $\text{SiO}_2-(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ . Для метатолеїтової формації існує тенденція їхнього групування в стрічкоподібних полях, субпаралельних до лінії розмежування магматичних утворень нормального (вапнисто-лужного) і сублужного рядів. У них зіставні за вмістом кремнекислоти різновиди порід дуже близькі й за вмістом лугів. Такі особливості хімізму породних асоціацій у поєднанні з поступовим зростанням вмісту лугів зі збільшенням кремнекислотності порід притаманне похідним магматичних розплавів.

Інший розподіл на цій діаграмі виявляють фігуративні точки порід вапнисто-сланцевої формації. Вони займають широкую смугу ділянки магматичних утворень нормального ряду й частково “виходять” у ділянку сублужного ряду. Існує значна мінливість ролі оксидів лугів у близьких за кремнекислотністю відмінах порід (див. рис. 1, а). Діапазон такої мінливості в групах порід різної кремнекислотності (основних, середніх, кислих) майже однаковий (переважно в межах 2,9 до 7,2–7,7 ваг. %). Це й визначило розміщення фігуративних точок порід на діаграмі в досить широкій, субпаралельній до осі “ $\text{SiO}_2$ ” смузі. У разі детальнішого аналізу особливостей

їхнього розміщення виявляється тенденція “створення” ними в межах смуги своєрідних, скісно орієнтованих до осей діаграми локальних трендів, у кожному з яких зі зменшенням кремнекислотності порід зростає їхня лужність (див. рис. 1, а). Отже, для утворень вапнисто-сланцевої формації вимальовується зворотна порівняно з вулканогенними товщами (толеїтовою формацією у тому числі) залежність між вмістом кремнекислоти та лугів. Такі особливості хімізму зазвичай виявляють товщі метаморфічних порід докембрію, осадова природа протоліту яких сумніву не викликає.

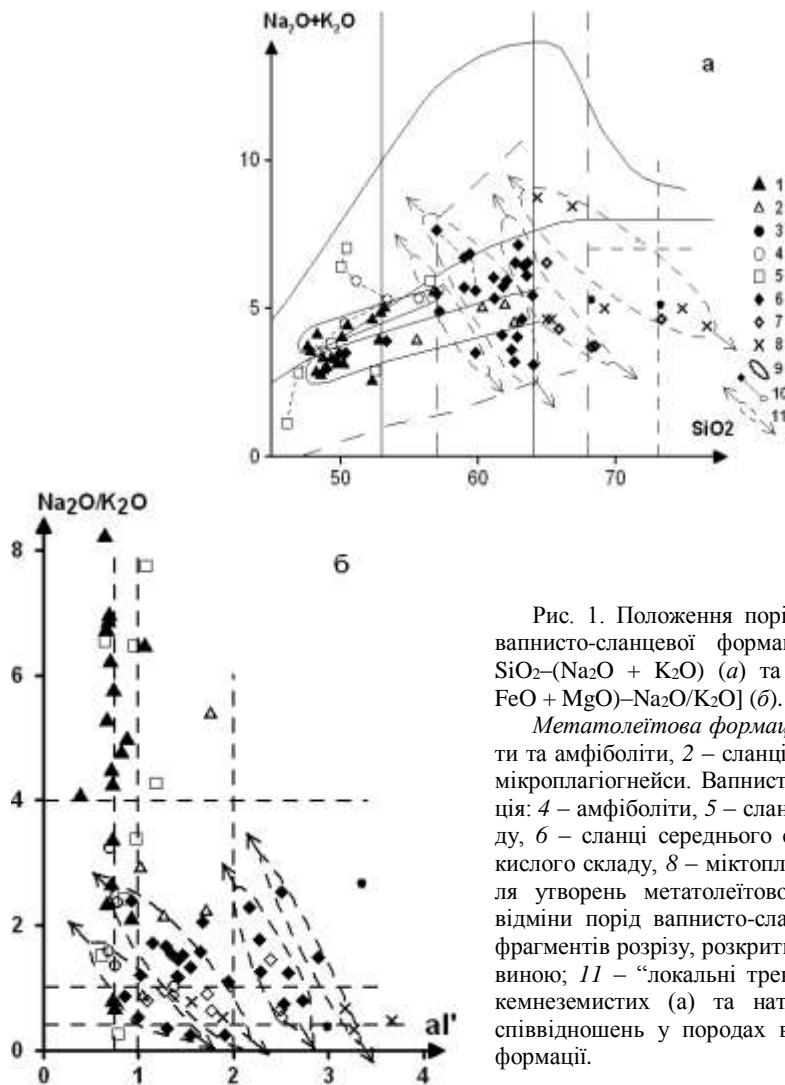


Рис. 1. Положення порід метатолітової і вапнисто-сланцевої формації на діаграмах  $\text{SiO}_2-(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$  (а) та  $\text{al}'[\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MgO})-\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}]$  (б).

*Метатолітова формація:* 1 – актиноліти та амфіболіти, 2 – сланці, 3 – мікрогнейси і мікроплагіогнейси. Вапнисто-сланцева формація: 4 – амфіболіти, 5 – сланці основного складу, 6 – сланці середнього складу, 7 – сланці кислого складу, 8 – мікоплагіогнейси; 9 – поля утворень метатолітової формації; 10 – відміни порід вапнисто-сланцевої формації з фрагментів розрізу, розкритих однією свердловиною; 11 – “локальні тренди” зміни лужно-кемнеземистих (а) та натрієво-калієвих (б) співвідношень у породах вапнисто-сланцевої формації.

Певні розбіжності між близькими за кремнекислотністю групами порід метатолітової та вапнисто-сланцевої формації визначають також під час аналізу особливостей їхнього хімізму з використанням петрохімічних коефіцієнтів  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$

та  $al' (Al_2O_3 / (Fe_2O_3 + FeO + MgO))$ . Породи основного складу метатолітової формації за цими показниками (див. рис. 1, б) відповідають, переважно, низькоглиноземистим базальтоїдам натрієвої і, менше, калієво-натрієвої серій, за дуже витриманого значення коефіцієнта  $al'$  (0,64–0,75, зрідка більше або менше). Зіставні з ними за вмістом кремнекислоти відміни порід вапнисто-сланцевої формації тяжіють зазвичай до помірно глиноземистих та (менше) високоглиноземистих утворень калієво-натрієвої (переважно) і натрієвої серій, існує також тенденція поступового зростання в них глиноземистості зі зростанням частки натрію серед лугів.

Порівняльний аналіз хімізму середніх і кислих відмін порід різних формацій ускладнений з огляду на незначне їхнє поширення в метатолітовій формації. Наявні дані дають змогу вважати, що в метатолітовій формації відносна роль натрію серед лугів дещо більша, ніж у вапнисто-сланцевій. Водночас на діаграмі  $al' (Al_2O_3 / (Fe_2O_3 + FeO + MgO)) - Na_2O / K_2O$  досить чітко виражена тенденція концентрування фігуративних точок порід вапнисто-сланцевої формації у ряді відособлених, субпаралельних, локальних роїв, у яких серед лугів зі зменшенням глиноземистості порід зростає значення натрію (див. рис. 1, б). До окремих з них тяжіють також породи вапнисто-сланцевої формації основного складу. Вони нарошують “натрієві” частини локальних роїв, водночас до “підвищенокалієвих” їхніх частин тяжіють кислі відміни порід цієї формації. Це дає підстави припускати генетичну спорідненість різних за кремнекислотністю її породних відмін.

За співвідношеннями петрохімічних показників  $(K_2O + Na_2O)$ ,  $(0,9Fe_2O_3 + FeO)$ , Mg (петрохімічна діаграма AFM) утворення основного складу метатолітової формації відповідають, зазвичай, вулканітам толітової серії, водночас зіставні з ними за кремнекислотністю породи вапнисто-сланцевої формації, як і її відміни порід середнього та кислого складу, тяжіють до вапнисто-лужної серії (рис. 2, а). Розбіжність особливостей хімізму формацій простежується також на петрохімічних діаграмах рис. 2, б, в.

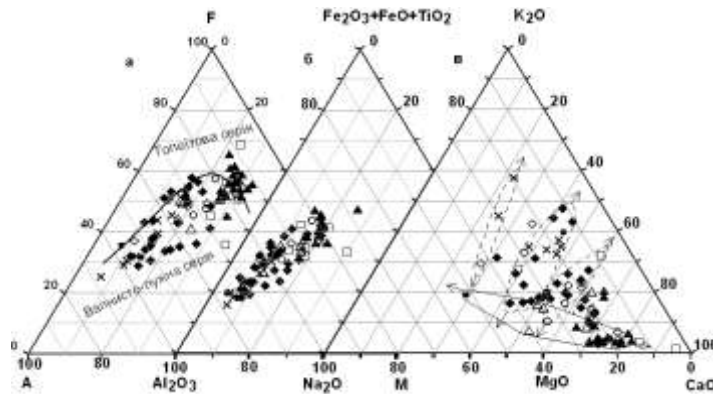


Рис. 2. Положення порід метатолітової і вапнисто-сланцевої формацій на діаграмах AFM  $[(K_2O + Na_2O) - (0,9 Fe_2O_3 + FeO) - Mg]$  (а),  $Al_2O_3 - (Fe_2O_3 + FeO + TiO_2) - MgO$  (б) та  $Na_2O - K_2O - CaO$  (в). Лінія розділу полів толітової і вапнисто-лужної серії на діаграмі AFM за Ірвіном і Барагаром. Інші умовні позначення див. на рис. 1.

Отже, монотонність розрізу, стійкий породний склад та особливості хімізму метатолітової формації не залишають сумніву щодо вулканогенної її природи. Для сланцевої формації найвірогіднішою є осадова природа її протоліту. Переважно,

мабуть, він належав осадам алевролітових розмірних фракцій, тою або іншою мірою збагачених вапняною компонентою. Протоліт її амфіболітів належав, мабуть, мергелистим осадам. Не можна виключати також наявність у них, та й в інших різновидах порід цієї формації, домішок тонкозернистого пірокластичного матеріалу або перевідкладеної речовини метавулканітів основного складу, у тому числі метатолітової формації.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бобров А. Б. Стратиграфія Сорокинской зеленокаменной структуры по данным геологического картирования / А. Б. Бобров, А. А. Сиворонов, Т. Б. Маслянка // Геология і стратиграфія докембрію Українського щита : тез. доп. Всеукр. міжвідом. наради. – К., 1998. – С. 81–84.
2. Бобров О. Б. Геологічна будова та золотоносність Сорокинської зеленокам'яної структури (Західне Приазов'я) / О. Б. Бобров, А. О. Сіворонов, Д. С. Гурський [та ін.]. – Дніпропетровськ : Артпрес; Техпечать, 2000. – 148 с.
3. Державна геологічна карта України. Масштаб 1 : 200 000. Серія : Центрально-українська. Аркуші L-37-VIII (Маріуполь) за виліком акваторії Азовського моря, L-37-IX (Таганрог) за виліком акваторії Азовського моря. Пояснювальна записка / Б. В. Бородиня, І. Л. Князькова, Т. Я. Іваненко [та ін.]. – К. : Державна геологічна служба, видавничий центр УкрДГРІ, 2012. – 142 с.
4. Карта геологических формаций докембрия Украинского щита. М-б 1 : 500 000 / Гл. ред. Е. М. Лазько. – Киев : Госкомгеология Украины, 1991.

*Стаття: надійшла до редакції 30.07.2015  
доопрацьована 07.09.2015  
прийнята до друку 04.12.2015*

**GREENSTONE METAMORPHIC COMPLEX OF PAVLOVSK  
GREENSTONE STRUCTURE OF THE AZOV AREA  
(UKRAINIAN SHIELD)**

**V. Pashchenko, A. Lysak, A. Sivoronov**

*Ivan Franko National University of Lviv,  
geological faculty, department of general and regional geology,  
department of petrography,  
Hrushevskiy Str., 4, 79005, Lviv, Ukraine,  
e-mail: vl\_pasha@mail.ru*

Considered of composition, structure and chemistry strachenyh components of Pavlovskaya Greenstone structures of the Azov area (Ukrainian shield), noted the divisibility of the section on composition in two parts. The lower part is quite monotonous, created primarily of fine-grained amphibolites, the upper part is characterized by a variety, numerous mineral composition and clear banding of the rock types, sulfide mineralization and the frequent presence of tourmaline. Shown significant differences between characteristics of chemical composition of different parts of the section, the conclusion about

the volcanic nature of the bottom of them and the most likely nature of the sedimentary protolith of the upper. In geofomation sense they are allocated as tholeiitic and calcshale formation respectively.

*Key words:* the Ukrainian shield, greenstone structure, formation, chemical.