

© М.В. Рuzина¹, І.В. Жильцова¹, Є.В. Дементьєва¹, М.Л. Малова², А.А. Локтєв³
¹Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна
²ТОВ «Геологічна компанія «Геонікс»» Дніпро, Україна
³ТОВ «Інститут геології», Київ, Україна

СТРУКТУРНІ ФАКТОРИ КОНТРОЛЮ РУДОНОСНИХ МЕТАСОМАТИТІВ СЕРЕДНЬОПРИДНІПРОВСЬКОГО МЕГАБЛОКУ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

© M. Ruzina¹, I. Zhiltsova¹, Y. Dementieva¹, M. Malova², A. Loktev³
¹National Technical University "Dnipro Polytechnic", Dnipro, Ukraine
²LLC Geological company "Geonix", Dnipro, Ukraine
³LLC "Institute of Geology", Kyiv, Ukraine

STRUCTURAL FACTORS CONTROLLING ORE-BEARING METASOMATITES OF THE MIDDLE DNIEPER MEGABLOCK OF THE UKRAINIAN SHIELD

Мета. Визначення закономірностей структурного контролю метасоматичних формацій з комплексним складом зруденіння для обґрунтування найбільш перспективних ділянок розміщення рудних формацій гідротермально-метасоматичного генезису.

Методика. Для обґрунтування закономірностей просторового розподілу формацій рудоносних метасоматитів у межах Середньопридніпровського мегаблоку було проведено графічне зіставлення ділянок метасоматозу з картами систем глибинних розломів, які виділені у відповідності до ротаційної гіпотези К.Ф. Тяпкіна. Відповідно до послідовності системно-ієрархічного підпорядкування елементів структурного контролю було проведено зіставлення ділянок метасоматозу з системами розломів на картах масштабу 1: 1000 000, 1: 500 000, 1: 200 000 та 1: 50 000.

Для визначення речовинного складу метасоматичних формацій використані петрографічний, мінераграфічний та мінералогічні методи досліджень.

Результати. Визначено структурно-тектонічні закономірності контролю рудоносних метасоматитів системами глибинних розломів у межах Середньопридніпровського мегаблоку. Встановлено більш продуктивні у відношенні контролю зон зруденіння системи глибинних розломів. Охарактеризовано речовинний склад метасоматичних формацій, перспективних на зруденіння дорогоцінних металів. Обґрунтовано рудоконтролюючу роль вузлів перетину систем глибинних розломів при формуванні поліхронних рудоносних метасоматичних формацій.

Наукова новизна. Обґрунтовано фактори структурно-тектонічного контролю формацій рудоносних метасоматитів системами глибинних розломів у межах Середньопридніпровського мегаблоку, визначено просторовий зв'язок телескопійованих метасоматичних формацій з комплексним зруденінням з вузлами перетину систем розломів.

Практична значимість. Визначено найбільш перспективні ділянки розповсюдження рудоносних метасоматичних формацій зон глибинних розломів для металогенічного прогнозування.

Ключові слова: метасоматити, розломи, фактори контролю, петрографічний склад, зруденіння, Український щит.

Вступ. У процесі сучасних металогенічних досліджень закономірностей розміщення гідротермальних рудних родовищ встановлено, що із загальної кількості вивчених постмагматичних рудних родовищ Світу до розломів або їхніх перетинів приурочено близько 85%. Основними ознаками, які характеризують глибинність розломів, прийнято вважати:

- переважання базальтового вулканізму на всіх етапах розвитку зон розломів;
- диференціацію базальтових розплавів із появою розшарованих інтрузій або базальт – ріолітових серій;
- наявність тіл ультраосновних порід;
- підвищений фон таких елементів як калій, хлор, бор, фтор, водень, а також низки радіоактивних і рідкоземельних елементів;
- ознаки мобілізації магматичної та рудної речовини;
- формування приурочених до розломів протяжних метасоматичних поясів.

У процесі геолого-геофізичних досліджень території Середньопридніпровського мегаблоку вивчено багато основоположних геологічних ознак, що визначають глибинність розломів: прояви магматизму, зв'язок розломних структур з ендегенними рудними формаціями, прояви дислокаційного метаморфізму в окремих ЗКС. Проте наразі в межах Середньопридніпровського мегаблоку не вивчено достатньою мірою закономірності просторового взаємозв'язку метасоматичних формацій (зон підвищеної проникності) і систем глибинних розломів, а також чинники, що зумовили формування гідротермально-метасоматичних формацій із комплексним складом зруденіння.

Аналіз останніх досліджень. У межах Середньопридніпровського мегаблоку Українського щита на даний час виділено 17 типів метасоматичних формацій пневматоліто-гідротермального, плутоногенно-гідротермального, вулканогенно-гідротермального та метаморфогенно-гідротермального генезису. На підставі петрологічних досліджень виконано типізацію метасоматичних формацій, вивчено прояви вертикальної та горизонтальної рудно-метасоматичної зональності в межах зеленокам'яних структур (ЗКС) Середньопридніпровського мегаблоку. Визначено металогенічну спеціалізацію метасоматичних формацій, що дає змогу використовувати метасоматити як пошукові критерії певних видів мінеральної сировини. Вивчено зв'язок окремих геологічних формацій, що вміщують ендегенну золоторудну мінералізацію в межах Середньопридніпровського мегаблоку, з вузлами перетину систем розломів і з окремими системами розломів [1, 2].

У процесі попередніх геофізичних досліджень у межах Середньопридніпровського мегаблоку виділено 6 систем глибинних розломів [3] з азимутами простягання 0° і 270° , 17° і 287° , 35° і 305° , 45° і 315° , 62° і 332° , 77° і 347° та охарактеризовано зв'язок гідротермальних золоторудних формацій із системами розломів. При цьому вивчення закономірностей контролю метасоматичних формацій з іншою металогенічною спеціалізацією не проводилося. Також на сучасному етапі недостатньо вивчено також процес формування метасоматичних формацій з комплексним складом зруденіння і закономірності його структурного контролю.

Завдання досліджень полягали у вивченні речовинного складу та закономірностей структурно-тектонічного контролю рудоносних метасоматичних

формацій Середньопридніпровського мегаблоку й оцінці ступеня збіжності геологічних і геофізичних індикаторів розломних структур, оскільки метасоматити є прямими геологічними індикаторами глибинних розломів та внутрішніх розломно-тріщинних структур підпорядкованого рангу.

Виклад основного матеріалу. Для обґрунтування закономірностей просторового розподілу метасоматичних формацій у межах Середньопридніпровського мегаблоку, авторами було проведено співставлення площі ділянок метасоматозу, виявлених за геологічними даними впродовж 70-річного періоду їхнього вивчення, з картами систем глибинних розломів, виокремлених К.Ф. Тяпкіним у межах Середньопридніпровського мегаблоку Українського щита [3]. Відповідно до послідовності системно-ієрархічного супідпорядкування елементів структурного контролю було проведено зіставлення ділянок метасоматозу із системами розломів на картах масштабу 1:1000 000, 1:500 000, 1:200 000 та 1:50 000.

У процесі попередніх досліджень закономірностей розподілу проявів золоторудної мінералізації відносно систем розломів було встановлено, що найперспективнішими щодо локалізації гідротермальних золоторудних формацій є Сурська, Верхівцевська, Чортомлицька ЗКС.

Просторовий зв'язок окремих геологічних формацій, що вміщують ендегенну золоторудну мінералізацію в межах Середньопридніпровського мегаблоку, з вузлами перетину систем розломів і з окремими системами розломів раніше вивчався І.В.Жильцовою [1, 2, 4]. У процесі виконання цієї роботи були побудовані карти систем глибинних розломів масштабу 1:200 000 і для деяких зеленокам'яних структур у масштабі 1:50 000, а також обґрунтовано такі закономірності розподілу найперспективніших золоторудних формацій:

1) золотовмісна ріодацитова формація приурочена до вузлів перетину систем розломів 77° і 347° , 0° і 270° , 17° і 287° ;

2) золотовмісна метадуніт-гарцбургітова формація контролюється системою розломів з азимутами простягання 17° і 287° .

Основні результати попередніх досліджень були враховані авторами статті на порівняльній схемі шести систем розломів у масштабі 1:1 000 000. Контури зеленокам'яних структур перенесено з геологічної карти Українського щита масштабу 1:1 000 000 та уточнено за допомогою більш сучасних карт. Основу схеми складають 6 систем взаємно-ортогональних розломів 1 і 2-го рангів. Азимути простягання розломів: 0° і 270° , 17° і 287° , 35° і 305° , 45° і 315° , 62° і 332° , 77° і 347° . Відстань між осями розломів 75 км, ширина зон розломів - від 13 до 21 км, протяжність за простяганням – понад 250 км. Ширина зон розломів у Середньопридніпровському мегаблоці порівнянна, а іноді й перевищує розміри пересічних зеленокам'яних структур. За внутрішньою будовою, морфометричними параметрами і поєднанням мінералого-геохімічних процесів вони відповідають одночасно глибинним розломам, зонам тектоно-магматичної активізації та зонам дислокаційного метаморфізму.

У Середньопридніпровському мегаблоці прояви дислокаційного метаморфізму достовірно обґрунтовані на даному етапі вивченості тільки в Білозерській ЗКС. Розміщення цієї зеленокам'яної структури в єдиному вузлі перетину

чотирьох систем глибинних розломів (рис. 1) дає змогу розглядати її як регіональну рудоконцентруючу структуру з тривалим режимом ендегенного розвитку: неодноразовою тектономагматичною активізацією, багаторазовою зміною геодинамічних режимів та етапів мінералоутворення.

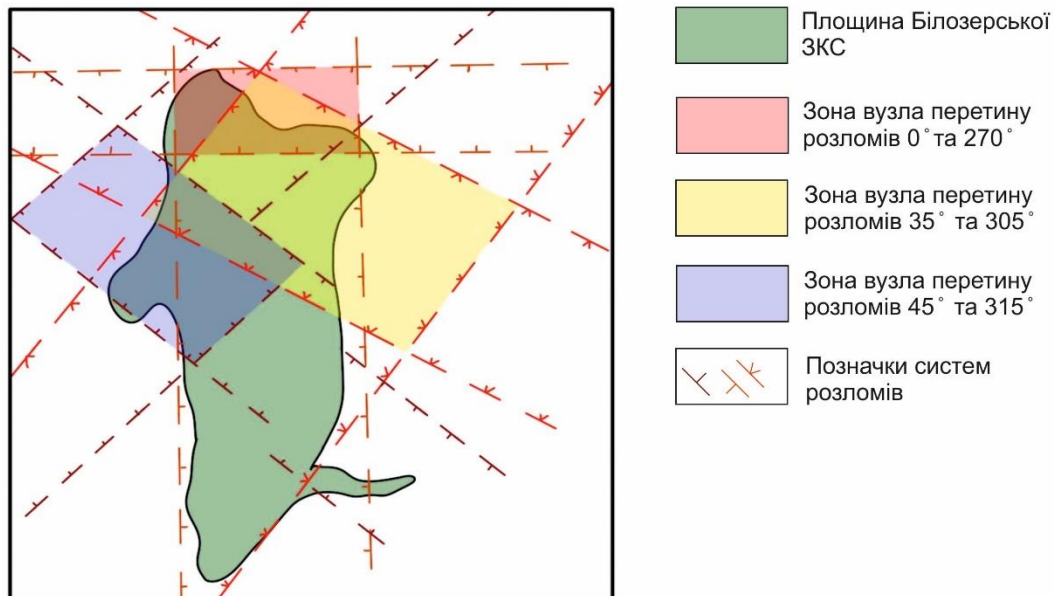


Рис. 1. Розташування Білозерської ЗКС у вузлі перетину 4 систем глибинних розломів

У результаті в цій зоні сформувалися численні аномалії та прояви благородних металів з однаковим за складом компонентів комплексним типом епігенетичної мінералізації благородних металів, що приурочений до розломних структур, які перетинають породи різних геологічних формацій Білозерської ЗКС. При цьому комплексний тип мінералізації благородних металів не виявляє зв'язку з інтрузивними магматичними породами внаслідок їхнього дорудного походження. Золоторудні прояви приурочені до ліственит-березитів, вуглецевих метасоматитів, пропілітів, рідше відмічені в грейзенізованих породах. Рудоконтролююча роль глибинних розломів особливо інтенсивно проявляється у вузлах їхнього перетину, де на думку І.Н. Томсона (1989), формуються своєрідні кластери - блоки інтенсивної тектонічної переробки, що немовби виколоті великими регіональними системами порушень і є специфічними блоками з особливим режимом неотектонічних рухів.

У процесі досліджень взаємозв'язку зон метасоматозу і систем розломів у масштабі 1:1000000 встановлено, що до 80% площі ділянок, зайнятих метасоматичними формаціями, контролюється системами розломів з азимутами простягання 0° і 270°, 17° і 287°, 35° і 305°, 45° і 315°, 62° і 332°, 77° і 347°. При цьому, рівень контролю метасоматичних формацій системами глибинних розломів нерівнозначний. Встановлено, що до 80% площі ділянок метасоматозу контролюється системами 77° і 347°, 17° і 287°, 0° і 270°. На рисунках 2 та 3 показано

результати графічного зіставлення ділянок метасоматозу із системами розломів 77° і 347° , 0° і 270° у масштабі 1:1 000 000.

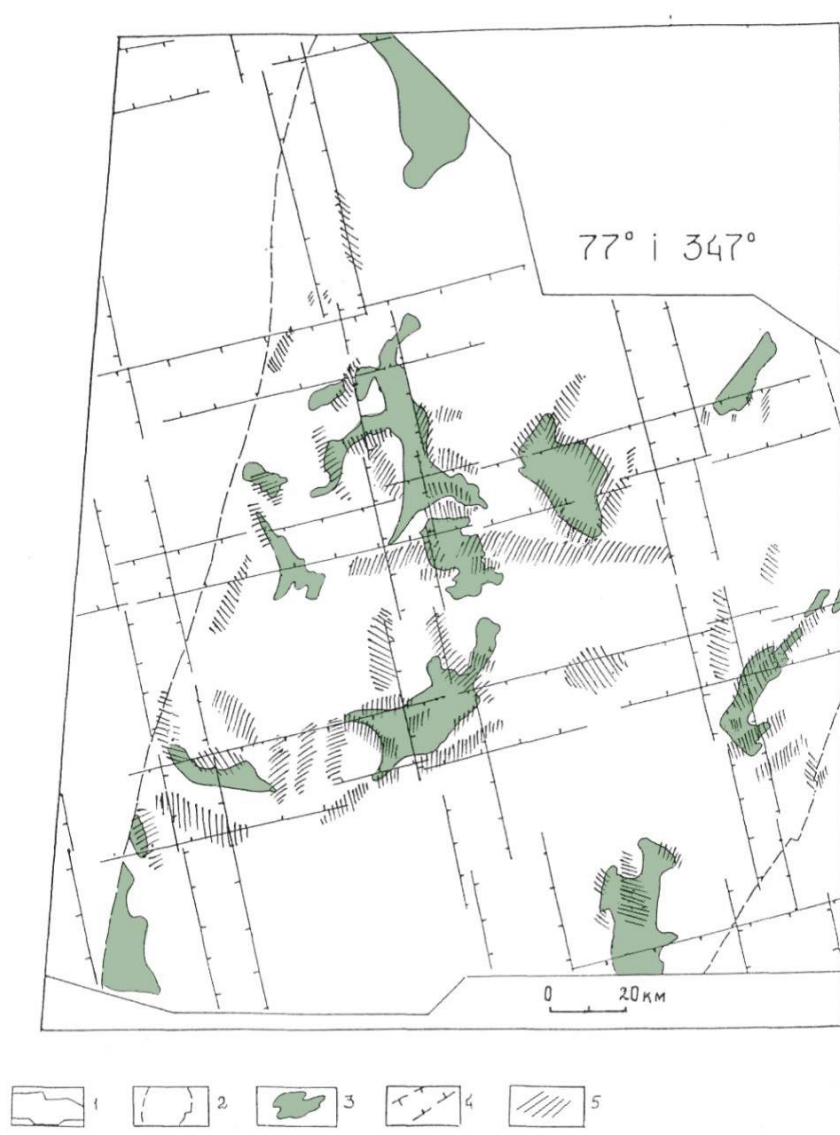


Рис. 2. Схема розміщення зон метасоматозу та зеленокам'яних структур відносно системи розломів 77° – 347° : 1 – межі Середньопридніпровського мегаблоку; 2 – контури зеленокам'яних структур; 3 – площа ЗКС, 4 – глибинні розломи I-го порядку, 5 – ділянки метасоматозу

У результаті вивчення взаємозв'язку ділянок метасоматозу і систем глибинних розломів у масштабі 1:500 000 і 1:200 000, загалом підтверджено закономірності встановлені на основі карт масштабу 1:1 000 000. Тобто - найвищий рівень контролю площі ділянок метасоматозу (до 80–85%) відмічено для систем 77° і 347° , 17° і 287° та 0° і 270° . Також разом із цим виявлено й низку нових закономірностей.

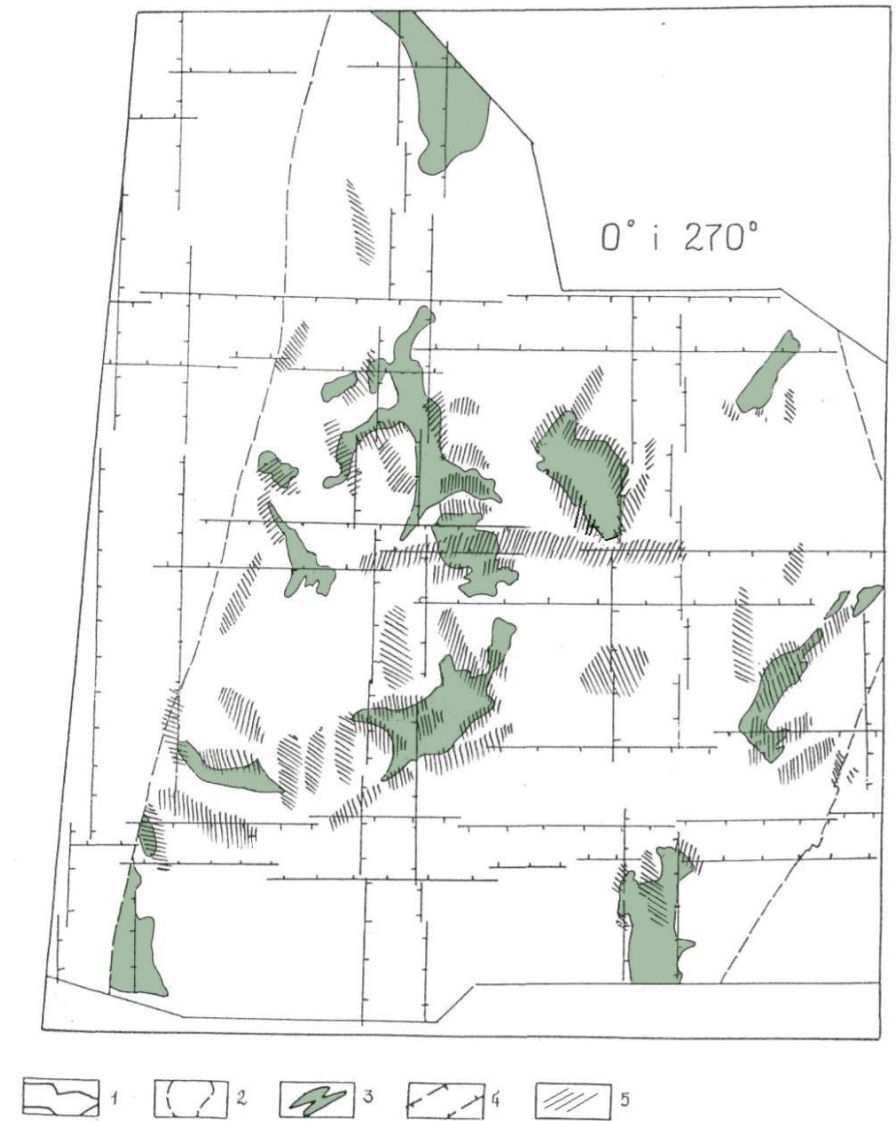


Рис. 3. Схема розміщення зон метасоматозу та зеленокам'яних структур відносно системи розломів 0° - 270° : 1 – межі Середньопридніпровського мегаблоку; 2 – зеленокам'яні структури; 4 – глибинні розломи, 5 – ділянки метасоматозу

На картах масштабу 1:200 000 чіткіше простежується збіг контурів окремих ділянок метасоматозу із системами розломів. У межах Конксько-Білозерсько-Славгородського метасоматичного поясу за даними В.Л.Бойка (1977) встановлено кілька відокремлених ділянок метасоматозу, орієнтованих субпаралельно. При зіставленні даних ділянок із системами розломів у масштабі 1:200 000 відзначається повний збіг їхніх контурів та орієнтування із системою розломів 35° і 305° . За результатами визначень абсолютного віку метасоматичних утворень Конксько-Білозерсько-Славгородського поясу вік метасоматитів, які тут трапляються, відповідає 1920 млн років.

К.Ф.Тяпкін раніше у роботі [3] зазначав, що під час визначення послідовності виникнення систем розломів, достовірно не визначено вік системи 35° і 305° .

Дана система на картах сучасного геоїда проявлена найчіткіше, що може бути зумовлено такими причинами:

1) система наймолодша і її прояв мінімально «затушований» впливом інших систем;

2) система найдавніша, що виникла в початковий період геологічної історії Землі, яка мала максимальне стиснення і відповідні цьому стисненню деформації верхніх оболонок Землі.

Специфіка подібних деформацій на думку К.Ф. Тяпкіна збігається до розколу літосфери на більші блоки, з менш яскраво вираженими розломами високих порядків усередині блоків. Таким чином, виявлені закономірності контролю системою 35° і 305° декількох ділянок метасоматозу (з віком 1920 млн років) у межах Конксько-Білозерсько-Славгородського поясу ймовірно можуть слугувати підтвердженням більш молодого віку даної системи розломів 35° і 305° .

Під час петрографічного вивчення золотоносних телескопійованих метасоматитів було виявлено кілька різновидів ліственитів-березитів, які розвинуті за метаріодацитами і відрізняються за своїм мікроструктурним малюнком. Перший різновид ліственит-березитів характеризується розвитком безладно орієнтованих зерен серициту й карбонату та наявністю палімпсестових порфірових структур початкових ріолітів і ріодацитів (рис. 4).



Рис. 4. Ліственит-березит по ріоліту з реліктовою порфіровою структурою (вкрапленники плагіоклазу)
Збільшення $\times 120$, ніколі+

Другий різновид апоріолітових ліственит-березитів характеризується відсутністю палімпсестових структур, при цьому новоутворений серицит представлений двома генераціями, що розвиваються за системою практично взаємно ортогональних мікротріщин із формуванням своєрідного сітчастого малюнка серицитових агрегатів (рис. 5). Даний тип ліственит-березитових метасоматитів виявлено авторами в межах Білозерської та Конкської ЗКС, а також описано раніше В.С.Монаховим у Сурській ЗКС.

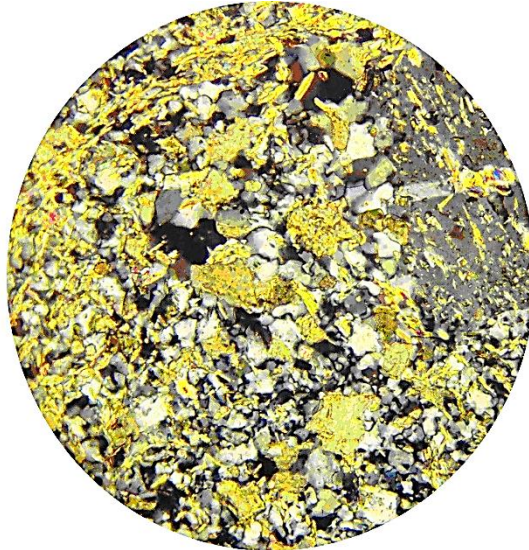


Рис. 5. Ліственит-березит із сітчастим малюнком серицитових новоутворених агрегатів. Конкська ЗКС.
Збільшення $\times 120$, ніколі+.

За даними В.В. Сукача [5, 6], під час вивчення рудоконтролюючих чинників золоторудної мінералізації Солонянського рудного поля Сурської ЗКС виявлено дві взаємоортогональні системи глибинних розломів, які контролюють просторове розташування магматитів метеріодацитової формації та продуктів їхньої рудно-метасоматичної переробки.

Ці структури є рудо-підвідними та рудоконтролюючими. Субмеридіональна система розломів представлена Золотобалкінським і Центральним розломами. Субширотна система представлена Солонянським і Південно-Солонянським розломами та контролює розвиток штоків та даєк дацит- і ріоліт-порфірів. Рудовмісні структури представлені лінійними тектоно-метасоматичними зонами, просторова конфігурація яких контролюється морфологією зовнішніх контурів полів лавово-субвулканічних порід.

Серед золотовмісних метасоматитів також розвинені ліственит-березити. Золотовмісна метаріодацитова формація в Сурській, Білозерській і Конкській ЗКС приурочена до вузлів перетину систем розломів з азимутами простягання 77° і 347° , 0° і 270° , 17° і 287° .

Метасоматити ліственит-березитового складу, розвинені за метаріодацитами, локалізовані у вузлах перетину цих систем розломів і, ймовірно, є підтвердженням їхньої неодноразової активізації, що зумовила формування формацій телескопійованих метасоматитів, просторово пов'язаних із вузлами перетину глибинних розломів.

Таким чином, у Сурській, Білозерській і Конкській ЗКС виявлено ліственит-березити з абсолютно однаковим, «сітчастим» малюнком березитизації. При цьому встановлено просторове поєднання цих метасоматитів із вузлами перетину систем глибинних розломів.

Сітчастий малюнок серицитових агрегатів у ліственит-березитах, можливо, є підтвердженням взаємної ортогональності розломних систем на мікрорівні. Ця

закономірність вимагає проведення подальших спеціалізованих досліджень для обґрунтування факту, що ліственит-березити із сітчастим малюнком серицитизації можуть бути індикаторами вузлів перетину розломних структур.

Висновки. Аналіз закономірностей структурно-тектонічного контролю рудоносних метасоматичних формацій системами глибинних розломів у межах Середньопридніпровського мегаблоку Українського щита дає підстави для наступних висновків:

1. Під час вивчення взаємозв'язку систем глибинних розломів із проявами благородних металів встановлено, що найвища рудоносність ЗКС Середньої Наддніпряниці пояснюється їхнім суміщенням із вузлами перетину розломів (Сурська, Чортомлицька, Білозерська, Конкська ЗКС), або перекриттям площі зеленокам'яних структур найпродуктивнішими підсистемами розломів (Верхівцевська ЗКС). Ці закономірності зумовлені просторовим поєднанням і неодноразовою активізацією розломів різних систем, що супроводжувалася відновленням магматогенної та метаморфогенної гідротермальної діяльності з формуванням поліхронних, комплексних за складом, проявів рідкісних і благородних металів, просторово пов'язаних із зонами телескопійованих метасоматичних формацій.

2. Рудоконтролююча роль глибинних розломів особливо інтенсивно проявляється у вузлах їхнього перетину, де формуються своєрідні кластери - блоки інтенсивної тектонічної переробки, що немовби виколоті великими регіональними системами порушень і є специфічними блоками з особливим режимом неотектонічних рухів .

3. Імовірність появи родовищ підвищується зі зростанням кількості глибинних розломів, що перетинаються у вузлі, який може набути ролі рудного кластера, що концентрує різноманітні за віком і складом родовища благородних металів та інших корисних копалин, у тому числі неметалічної мінеральної сировини.

Перелік посилань

1. Ruzina, M., Bilan, N., Tereshkova, O. & Vavrysh, N. (2015). Influence of metasomatism on formation and criterion of relictness of comprehensive ore deposits confined to deep faults. In Ruvnyak, G., Bondarenko, V., & Kovalevs'ka, I. (Eds.) *Theoretical and Practical Solutions of Mineral Resources Mining* (p. 527–531) Published by CRC Press, Taylor & Francis Group, London
2. Тяпкін, К.Ф., & Гонтаренко, В.Н. (1990). *Системи розломів Українського щита*. Наукова думка
3. Жильцова, І.В., Рузіна, М.В., & Свістун, В.К. (2015). *Закономірності розподілу гідротермальних золоторудних формацій Середньопридніпровського мегаблоку Українського щита відносно систем глибинних розломів*. РВК: ДВНЗ НГУ.
4. Zhylytsova, I.V., Ruzina, M.V., Malova, M.I., Bilan, N.V., Tereshkova, O.A., & Gardysh, A.S. (2018). Analysis of the spatial patterns in localization of gold mineralization relative to the system of deep faults in the Chortomlyk greenstone structure of the Ukrainian shield. *Journal of geology, Geography and Geoecology*, 27(3), 537–545. <https://doi.org/10.15421/111878>
5. Сукач, В.В, Ісаков, Л.В., & Шпильчак, В.О. (2005). Тектоніка північно-східної частини Придніпровського мегаблоку УЩ. *Науковий вісник НГУ*, 6, 25–28.
6. Сукач, В.В, Ісаков, Л.В., & Цима, М.Т. (2005). Типізація золоторудних об'єктів Солонянського рудного поля. *Науковий вісник НГУ*, 9, 10–15.

ABSTRACT

Purpose. Determination of the patterns of structural control of metasomatic formations with a complex composition of mineralization to substantiate the most promising areas for the placement of ore formations of hydrothermal-metasomatic genesis.

Methods. To substantiate the patterns of spatial distribution of ore-bearing metasomatite formations within the Middle Dnieper megablock of the Ukrainian Shield, a graphic comparison of metasomatism sites was carried out with maps of deep fault systems identified in accordance with the rotation hypothesis of K.F. Tyapkin. In accordance with the sequence of system-hierarchical subordination of structural control elements a comparison of metasomatism sites with fault systems was carried out on maps at scales 1:1000000, 1:500000, 1:200000 and 1:50000.

To determine the material composition of metasomatic formations, petrographic, mineragraphic and mineralogical research methods were used.

Findings. Structural and tectonic patterns of control of ore-bearing metasomatites by deep fault systems within the Middle Dnieper megablock have been established. The most productive systems of deep faults in terms of ore-mineralization control have been identified. The material composition of metasomatic formations that are promising for the mineralization of precious metals is characterized. The ore-controlling role of deep fault intersection in the formation of polychronous ore-bearing metasomatic formations is substantiated.

The originality. The factors of structural-tectonic control of ore-bearing metasomatite formations by deep fault systems within the Middle Dnieper megablock are substantiated and the spatial connection of telescoped metasomatic formations with complex mineralization with deep faults intersection is determined.

Practical implementation The most promising areas of distribution of metasomatic ore-bearing formations of deep fault zones have been identified for metallogenic prediction.

Keywords: *metasomatites, faults, control factors, petrographic composition, subsidence, Ukrainian Shield.*