

УДК 551.242:553.04

ЕТАПИ ФОРМУВАННЯ СЕРЕДНЬОПРИДНІПРОВСЬКОЇ ЧАСТИНИ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА ТА ЇХ РОЛЬ В СТРУКТУРНОМУ КОНТРОЛІ РУДОПЕРСПЕКТИВНИХ ДІЛЯНОК

Осьмачко Л. С. к. г. н., с. н. с., ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України», osml@ukr.net.

В статті наведено наукові докази того, що Середньопридніпровська частина Українського щита є гібридною дислокаційною системою, що формувалася, як мінімум, за сім етапів дислокаційних перетворень кристалічної основи. Становлення структур перших шести етапів відбувалося в умовах поступового зниження P-T параметрів геологічного середовища (від гранулітової до зеленосланцевої фації метаморфізму). Більш пізні структури є постметаморфічними, які підсилюють й ускладнюють раніш усталений структурний план. Система ранжована – сформована зі складових, що відрізняються одна від іншої геолого-динамічними умовами становлення. Це підзони лінійних та субкільцевих тіл, які, в свою чергу, є структурно зональними й сформовані більш високоранговими подібними геологічними тілами. Рудоперспективні геологічні тіла займають T-, S- структурні позиції в ранжованому тектонічному малюнку, становлення якого прив'язуємо до раннього протерозою. Зазначене має слугувати провідним пошуковим критерієм.

Ключові слова: генерації структур, дислокаційна система, рудні тіла, структурні комірки

Вступ.

Питання про взаємозалежність деформаційних етапів становлення Українського щита (УЩ) і умов їх прояву з формуванням рудоперспективних структур, зокрема в межах Середньопридніпровського мегаблоку й суміжних з ним шовних зон, є одними з найбільш дискусійних аспектів ранньодокембрійської геології регіону.

Для Середньопридніпровського мегаблоку, відносно інших мегаблоків УЩ, характерні: тонка кора (менше 40 км), складна структура розділу Мохо, розрив базальтового шару шириною до 20 км [1]. Розрив ділить мегаблок майже посередині на дві частини. В його межах товщина кори 30 км (проти звичайної 35-42 км), гранітний шар становить 12 км, діоритовий 18 км, базальтовий (гранулітовий) шар відсутній [1, 2].

Середньопридніпровський мегаблок в першому наближенні сформований двома структурно-речовинними поверхами [1-3]: нижній поверх (фундамент) представлено гнейсо-мігматитовими утвореннями палеоархею, верхній – стратифікованими, ультраметаморфічними й інтрузивно-магматичними комплексами порід мезоархею. Наявність структурного неузгодження між зазначеними поверхами виражається в різній орієнтації складчастості [1-3].

Шовні зони, що межують з Середньопридніпровським мегаблоком – Оріхово-Павлоградська (ОПШЗ) та Криворізько-Кременчуцька (ККШЗ) перетинають УЩ в субмеридіональному напрямку та трасуються за його межами. В рамках УЩ зазначені шовні зони простежуються на відстань від 150 до 300 км, відповідно, при ширині від 50-ти до 3-х км [1, 2]. Зони мають глибинну будову у вигляді пакета тектонічних пластин субвертикального падіння. Шовні зони від суміжних мегаблоків різняться за характером прояву поверхні розділу Мохо. В зонах вона фіксується в інтервалі глибин 42-46 – 53 км, в мегаблоках – на рівні ~ 40 км [1, 2]. Але найбільш яскраво шовні зони вирізняються відносно мегаблоків як глибинні лінійні зони підвищеної електропровідності [1, 2]. Зони виповнені

асоціацією кристалічних порід, назагал подібною до такої суміжних мегаблоків УЩ, водночас, для перших з них є властивими характерні (шовні) структурно-речовинні ознаки [1-3]. Для геологічних тіл ОПШЗ відомі такі цифри віку: 3,6, 3,2, 3,0, 2,8, 2,0 млрд. років; для ККШЗ — 3,2, 3,0, 2,8, 2,0 1,8-1,7 млрд. років [1, 2, 4, 5].

Виділяється декілька підходів вивчення тектонічного становлення зазначеної частини УЩ. Вони базуються на теоріях геосинкліналей [3, 6 та ін.], тектоніки плит [1-3], блокової [7 та ін.], плюмової [4, 8], та здвигової [9-13] тектоніки.

За М. П. Семененко [6], в будові кристалічного масиву Середнього Придніпров'я беруть участь три основні складчатоорогенні системи: Дніпровська північно-західного простягання, Інгулецько-Саксаганська субмеридіонального простягання, субширотна складчасто-інтрузивна. За даними М. П. Семененко в роботі [6] ОПШЗ є синклінорієм, що сформований на час Саксаганської складчастості (пізньоархейська). Він складений серією лускуватих, стиснутих складок довжиною 8-10 км, які є будинаж-структурами, що містяться серед поля гранітів.

З позицій тектоніки плит [1-3], в межах східної частин УЩ в пізньому археї відбулося потовщення земної кори із-за її скучування при зіткненні Приазовського і Придніпровського мікроконтинентів. У ранньому протерозої відбулась субдукція Придніпровського мікроконтиненту під Приазовський та Західно-Інгулецький блоки [1-3]. ОПШЗ та ККШЗ ототожнюються [1-3] із зонами зіткнення відзначених мікроконтинентів та інтерпретуються, разом з прилеглими до них краєвими частинами мегаблоків, як області перманентного розтягу-стиснення кори. Тобто, це зони більш інтенсивної переробки епіархейського фундаменту, в порівнянні з центральними частинами мегаблоків [1-3]. Закриття басейнів між мікроконтинентами, вірогідно, відбувалося не одночасно з формуванням гранітів на 2,8, 2,6 та 2,1-2,0 млрд років [1-3].

За даними [4, 8], в послідовності явищ при формуванні Середньопридніпровської й Західноприазовської мегаструктур, що обумовлені дією глибинних плюмів, виділяється 5 етапів на час 3,4-3,2, 3,2-2,9, 2,9-2,8, 2,8-2,6, 2,1-1,8 млрд. років.

Отже, незалежно від трактовок механізмів дислокаційного процесу, виділяється до п'яти і більше етапів тектонічної активізації [1-13 та ін.] Середньопридніпровської частини УЩ (Середньопридніпровський мегаблок та суміжні з ним шовні зони), а ознаки того чи іншого деформаційного явища, почасти є проявленими сумісно.

Нами проведені додаткові дослідження з метою встановлення геолого-структурних закономірностей розміщення рудних об'єктів в структурному узорі Середнього Придніпров'я у зв'язку з вирішенням задач металогенічного прогнозу.

Базовим методом роботи є структурно-парагенетичний, за [10-13].

Виклад результатів досліджень

Раніш нами було встановлено [11], що в межах ОПШЗ проявлені деформаційні утворення 7-ми генерацій. Це смугастість, структури розлінзування, сланцюватість, декілька генерацій мінеральної лінійності, крихкі шпарини. Структури кожної з генерацій відрізняються одна від іншої просторовим розміщенням, інтенсивністю прояву та речовинним наповненням. Становлення таких структур відбувається в здвиговому середовищі [за 10 та ін.], тобто їх форма та розміщення підпорядковані напрямам дії тектонічних напружень. На мікрорівні, зазначені структури формуються за допомогою дифузійних, фільтраційних та інших механізмів руху речовини. Відповідно, їх речовинне наповнення відображає Р-Т умови утворення зазначених структур. За [1-5 та ін.] ступені метаморфізму речовини дислокаційних утворень, що досліджувалися, досягали гранулітової та амфіболітової фації.

Для Криворізько-Кременчуцької шовної зони виділяються [1, 9, 10] параметри деформацій, подібні до вивчених нами в межах ОПШЗ.

Отже, Оріхово-Павлоградська та Криворізько-Кременчуцька шовні зони є складними дислокаційними утвореннями, адже формувалися як мінімум за сім етапів дислокаційних перетворень кристалічної основи. Перші п'ять із них проявились за Р-Т умов від гранулітової до зеленосланцевої фації метаморфізму, наступні – при низьких температурах. Тому з зазначеними вище віковими діапазонами ми пов'язуємо формування коротко окреслених дислокаційних структур. Незважаючи на багатоетапність та різнонаправленість деформаційних процесів в межах досліджуваних шовних зон маємо домінування субмеридіональної анізотропії на спостережених рівнях їх петро-структурної організації. Зазначене обумовлено субмеридіональною лінеаризацією різнорангових та різновікових геологічних об'єктів в одному напрямку. Таку будову як ціле можна означити як субвертикальну вторинну монокліналь, що підсилена меланжем. Від мегаблоків УЩ шовні зони відрізняються лише більш інтенсивним проявом за густотою розповсюдження субмеридіональних розломів (як на час 2,0 – 1,8 млрд років, так і фанерозойського віку) й ступенем трансформацій речовини та, відповідно, більш тотальною дезінтеграцією, переорієнтацією і переміщенням в субмеридіональному напрямку геологічних тіл, що древніші за 2,0 млрд років. В межах мегаблоків такі тіла зберігають свою відносно слабо змінену орієнтацію та речовинне наповнення, набуті при їх формуванні.

Структурний узор власне *Середньопридніпровського мегаблоку*, за даними А. Н. Казакова, В.С. Заїки-Новацького, Г.В. Заїки-Новацького, формувався в умовах декількох етапів деформацій, кожен з яких характеризувався своїм структурним парагенезом і РТ-умовами деформаційного процесу [12, 13].

Структури генерації-0, це “верстуватість” S_0 – структурно-текстурна неоднорідність, що обумовлена ритмічним чергуванням біотитових і амфіболових гнейсів, кристалічних сланців та амфіболітів [12]. Зазначена асоціація порід зазвичай фіксується дослідниками під назвою «сірі гнейси». Окрім згаданих породних складових цієї асоціації, до неї належать похідні від них мігматити і гранітогнейси. Уособлення амфіболітів та кристалічних сланців, що є підлеглими, але істотними членами асоціації, об'єднуються [2 та ін.] в аульську серію. Ступінь метаморфізму всіх різновидів порід типово амфіболітова, інколи, наприклад по р.Томаківка, відомі релікти гранулітового метаморфізму [12, 13]. Генезис верстуватості різними дослідниками розглядається неоднаково: вона має вулканічне походження, осадово-морське, тектоно-метаморфогенне [6, 7, 12].

Структури генерації-1 пов'язані з етапом “Великого метаморфізму”, що переріс у “Велику гранітизацію” [12]. Структури представлено метаморфічною й мігматитовою смугастістю, асиметричними лежачими складками, регіональною кристалізаційною сланцюватістю. Всі вони похилого залягання та сформовані за умов грануліт-амфіболітової фації метаморфізму. Загальна структурна формула етапу D_1 [12, 13] – $L_1 \parallel S_1 \parallel M_1 \parallel F ab_1$, де L – лінійність, S_1 – кристалізаційна сланцюватість, M – мігматитова смугастість, F – складки, ab – їх вісьові поверхні.

Структури генерації-2, на макрорівні, це граніто-гнейсові куполи та міжкупольні зони зім'яття, що складені складчастими пакетами та інтерлітонними складками. Типовим прикладом є Саксаганський купол та його облямування [12, 13]. Р-Т умови даного етапу фіксуються на рівні амфіболітової фації. Структурна формула етапу D_2 [12] – $S_2 \parallel L_2 \parallel M_2 \parallel R \parallel F_2$, де R – в'язкі розломи міжкупольних зон зім'яття. Простягання розломів варіює, але в масштабі мегаблоку – північно-західне. Вони розвинені як серед асоціації «сірих гнейсів», так і в масивах гранітогнейсів і мігматитів [12]. Осьові поверхні складок, в межах даних розломів, паралельні та вертикальні, шарніри ундулюють під кутом 8-10°. Структурні асоціації складок і зон лінеаризації багатопорядкові з розмірами від перших десятків сантиметрів і менше до декількох десятків метрів і більше в поперечнику. У замках складок F_2 розвинена смугастість S_2 та сланцюватість. Смугастість представлена тонкими (0,5-1 см) переривчастими прошарками рожевого кварц-польовошпатового матеріалу та альпійськими жилами. Зони розвитку смугастості мають грубизну до перших метрів. Сланцюватість S_2

виражена орієнтованими стрічкоподібними скупченнями темноцвітів (біотиту та амфіболу), які паралельні осьовим площинам F_2 ; вона має місце, переважно, у замках найбільш стиснутих складок [12, 13]. Мінеральна лінійність паралельна шарнірам складок.

Внаслідок того, що структури даного етапу накладені на більш давні, в структурному малюнку території утворено поєднання складок з субгоризонтальними шарнірами (F_2) та з крутими шарнірами (рештки складок F_1). Останні представлено у вигляді малопотужних (розмірами десятки см — перші метри) лінзо-, веретеноподібних тіл, асиметричних складок з вертикальною мінеральною лінійністю, які речовинно є амфіболітами та кристалосланцями. В межах зон тотальної лінеаризації площинні елементи S_0 і S_1 повністю замінені площинами S_2 [12].

Складки F_2 – конформні витягнуті (від десятків м до декількох сотень) в плані тіла гранітогнейсів та мігматитів (гранітоїди тоналіт-плагіогранітового ряду, дніпропетровського комплексу). За [12-14], це синкладчасті ультраметаморфічні утворення, які не мають чітких меж з супракрустальними породами; в них розвинуті плоско-паралельна текстура та безліч скіалітів. Останні – різноманітних розмірів, лінзоподібних форм, розміщені згідно сланцюватості гранітоїдів, в різній мірі гранітизовані, за складом відповідають біотитовим, епідот-біотитовим і амфібол-біотитовим гнейсам, рідше амфіболітам (інколи піроксенвмістним) і кристалічним сланцям. Їх відносять до аульської серії [2, 12 та ін.].

Зазначені синкладчасті гранітоїди (групи-1, за [14]) є суттєво натрові, відносно малопружні і щільні, практично не радіоактивні, характеризуються відносно підвищеним вмістом нікелю, кобальту, олова і цирконію [14].

Структури генерації-3 – це потужні субмеридіональні зони з вергентністю як на північний захід, так і на північний схід. Вони в різній мірі розвинені по всім різновидам порід, що вище згадувалися. В умовах становлення зон D_3 відбулася ремобілізація та перерозподіл речовини вже сформованої до цього кристалічної основи [3, 12-14]. Завдяки зазначеному утворилися ланки вулкано-тектонічних зеленокам'яних структур та супутні їм автохтонні масиви тоналітового ряду (сурські, миронівські, демурінські, кудашівські та ін.).

Зеленокам'яні структури (ЗС) в центральній частині середнього Придніпров'я мають субізотричні, амебоподібні форми. Це – Верхівцевська, Сурська та Чортотликська ЗС. В крайових частинах мегаблока ЗС витягнуті і однокрилі – Конкська, Білозерська, Криворізька й Кременчуцька [1-4].

В межах зеленокам'яних утворень виділено дві серії (знизу вгору): конкську й білозерську [2 та ін.]. Нижня вікова межа конкської серії визначена як 3170 млн років. Верхня вікова межа всієї зеленокам'яної товщі – 2900-2800 млн років [2, 4, 5]. Початок формування та прояви магматизму в межах різних ЗС фіксуються з різницею в часі до 30-50-90 млн. років. Різниця, обумовлена тим що, відносно периферій мегаблоку, першими закінчилися активні процеси в центральній його частині [3 та ін.]. В цілому ж тривалість формування всіх комплексів ЗС до 150 млн. років [4].

Гранітоїдні масиви, що асоціюють з зеленокам'яними структурами, віком ~ 2950 млн. років [2, 4, 5], за [14] (групи-2), мають переважно масивну текстуру, рідше плямисту та грубосмугасту. Останнє обумовлено перемежуванням смуг з різною кількістю темноколірних мінералів без чітко вираженої їх орієнтації. Ксеноліти зустрічаються досить рідко та представлені біотит-амфіболовими гнейсами. Від гранітоїдів першої групи вони відрізняються підвищеною меланократовістю, що обумовлено переробкою разом з гранітоїдним матеріалом значної кількості порід аульської серії. За фізичними властивостями гранітоїди другої групи є як магнітні, так і немагнітні, середньої щільності, радіоактивність та величини пружних параметрів дещо вищі, ніж в гранітоїдах групи-1 [14].

Структури генерації-4 на макрорівні представлені сингранітаційними в'язкими розломами, які являють собою об'ємні тіла, просторове розміщення та конфігурація яких наслідують залягання більш давніх утворень. Їх становлення було пов'язане з накладеною на породи гранулітових й амфіболітових комплексів гранітацією у зв'язку з формуванням

порід токівського та мокромосковського гранітоїдних комплексів. Їх вік $\sim 2,7-2,8$ млрд. років [2, 4, 5]. Такі вторинні тіла (структури) порушують всі, без винятку, дислокаційні структури попередніх етапів, трансформуючи та використовуючи їх будову та речовину. Це Галещинський, Анновський, Токівський, Мокромосковський, Щербаківський гранітоїдні масиви. Ці масиви (гранітоїди третьої групи, за [14]) чітко відмежовані від вмісних порід. Вони представлені плагіомікрокліновими і мікроклін-плагіоклазовими різновидами. За хімічним складом дані гранітоїди різко відмінні від гранітоїдів двох перших груп. Це більш лейкократові породи калієвого ряду. Особливістю гранітоїдів даної групи є підвищений вміст свинцю та різко понижена концентрація елементів групи заліза, більшості халькофільних та рідких елементів. Виключеннями є цирконій і олово, вміст яких співставимий з концентраціями цих елементів в плагіоклазових гранітоїдах [14].

Автором досліджено частину Мокромосковського масиву в Янцевському кар'єрі, де відкриті сірі, дрібнозернисті граніти. В їх будові приймають участь смугастість та накладена на неї сланцюватість. Смугастість обумовлена варіаціями мінерального складу, потужності смуг різні — 3-5 см, 10-20 см. Азимут простягання смуг – 20° , азимут падіння – 110° . Сланцюватість обумовлена односистемною орієнтацією мінералів та їх агрегатів по азимуту $0-340^\circ$. В площинах сланцюватості розвинена лінійність, переважно, за агрегатами біотиту. Лінійність має кут занурення до 70° па південь (рис. 1).

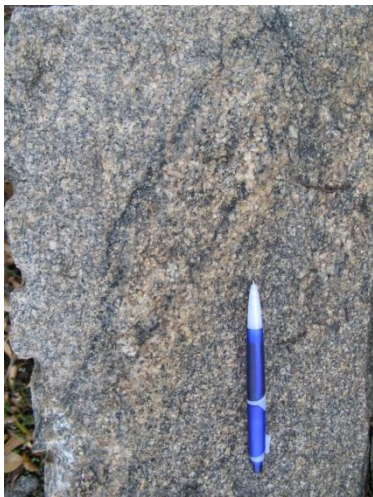


Рис. 1. а Смугастість північно-східного простягання та накладена сланцюватість меридіонального простягання в межах Мокромосковського масиву. Янцевський кар'єр. Площина горизонтальна, фото орієнтоване.



Рис. 1. б Теж саме у вертикальному субмеридіональному зрізі – площині сланцюватості. Видно субвертикальну лінійність за біотитом. Експозиція західна.

За даними [5, 7 та ін.], Мокромосковський масив сформовано декількома різновидами гранітів: найбільш розповсюджені темно-сірі дрібнозернисті, менше – біотит- та мусковітвмісні пегматоїдні. Граніти містять декілька генерацій пороудоутворювальних мінералів та ядер і оболонок доростання в акцесорних мінералах. Температура утворення провідних різновидів гранітів – $540-670^\circ\text{C}$; вік граніту за цирконом – $2827 \pm 7,2$ млн. років, за монацитом — 2700 ± 8 млн. років [5].

Коротко описані структури формуються в динамічному середовищі за умов спрямованої перекристалізації й перерозподілу речовини [10, 12 та ін.]. Подібні структури відомі і для Токівського, Щербаківського й інших масивів даної генерації [6, 7, 12].

Температури формування Токівських гранітів 650°C , $820\text{-}929^{\circ}\text{C}$ [5]. В даних гранітах декілька генерацій пордоутворювальних й акцесорних мінералів [2, 5 та ін.].

Отже, петро-структурна організація гранітоїдних масивів рубежу мезо-неоархею Середньопридніпровського мегаблоку, а саме – анізотропна гібридна будова на всіх рівнях організації, що виражена: наслідуванням ними більш раннього структурного плану, директивними структурами і текстурами порід, декількома генераціями метаморфогенних структур та породоутворювальних й акцесорних мінералів, свідчать про наступне. Досліджувані масиви є вторинними утвореннями – сформованими по більш давнім комплексам порід завдяки перекристалізаційним процесам в рухомих, імпульсних тектонічних умовах. Головним механізмом при цьому була орієнтована перекристалізація, оречовинена як метаморфогенні структури – смугастість, сланцюватість, мінеральна лінійність.

Структури генерації-5 на макрорівні представлені в'язкорозломними зонами сингранітаційної й кристалізаційно-сланцюватої течії субмеридіонального простягання та субвертикального падіння. Це, власне, шовні зони та суміжні з ними частини мегаблоку, які порушують всі, без винятку, дислокаційні структури попередніх етапів, трансформуючи та використовуючи їх будову та речовину. Головні ознаки тектонічних зон даного етапу [12, 13]: одноманітна крутопадаюча смугастість; ступінь метаморфізму майже не відрізняється від суміжних “блоків”, інколи сягає зеленосланцювої фації; характерні вторинні мігматити, слайди, що розвинені нерівномірно. Загальна структурна формула даних зон — $R \parallel F_5 \parallel S_5 \parallel M_5 \parallel L_5$, де M_5 – новоутворена лейкосома, S_5 – кліваж-сланцюватість [12]. Вік геологічних тіл, що створюють остов цих зон $\sim 2,0$ млрд років.

В межах Середньопридніпровського мегаблоку утворення даного етапу відомі у вигляді Малотерснрянського масиву лужних і сублужних порід, які формують лінзоподібне у плані макротіло субмеридіонального простягання. Незважаючи на мізерну кількість геологічних тіл протерозойського віку в межах Середньопридніпровського мегаблоку, все ж його докембрійський структурний ансамбль підпорядкований протерозойському структурному малюнку досліджуваної частини УЩ (рис. 2). Як відомо, протерозойський тектогенез в різній мірі проявлений в усіх мегаблоках та шовних зонах УЩ, що зафіксовано геологічними тілами відповідного віку. Найбільш інтенсивно дислокаційні перетворення на час 2,0 млрд років реалізувалися в межах шовних зон (відносно мегаблоків), що проявлено, в першу чергу, у становленні різко анізотропних, на всіх рівнях організації, геологічних тіл зазначеного віку. Останні описані [10, 11] як дислокаційні структури, переважно субмеридіонального простягання й субвертикального падіння, лінзо- шліроподібних форм, з високим ступенем внутрішньої мезо- та мікро- структурно-речовинної впорядкованості, етапів-4, 5. Ці характеристики свідчать про формування геологічних тіл нижньопротерозойського віку в здвигових умовах при Р-Т параметрах становлення речовини. В умовах здвигових трансформацій останній етап інтенсивних деформацій перебудовує всі більш ранні структурні плани, тому їх площинні елементи переорієнтуються (суб)паралельно один одному та відповідно здвиговим площинам, в даному випадку, протерозойської тектонічної активізації. Завдяки цьому утворення більш давнього віку переходять або у стан лінзоподібних тіл-реліктів різноманітних розмірів, або ж формують структури підвороту та роли. Отже, друга ознака відносно високої інтенсивності протерозойського тектогенезу в межах шовних зон, порівняно з мегаблоками, — висока ступінь лінеаризації та, відповідно, односистемне розміщення, різнорангових як більш давніх геологічних тіл, так і протерозойського віку, в субмеридіональному напрямку.

Такі перетворення проявлялись хвилеподібно – з поступовим спадом їх ознак, в напрямку від осьових частин шовних зон до центральних частин мегаблоків [1-4, 10]. Тобто і останні є задіяними трансформаціями, які проявлені в шовних зонах, але менш інтенсивно. За рахунок залучення в інтенсивний процес лінеаризації суміжних блоків вони набули (зокрема Середньопридніпровський) обрисів та статусу тектонолінз, що обтікаються

субмеридіональними «безграничними» розломними зонами. Навіть можна сказати, що не зони є міжблоковими, а блоки – міжзонними.

Отже, структурний ансамбль досліджуваної частини Українського щита (Середньопридніпровський мегаблок та суміжні шовні зони) є цілісною дислокаційною системою здвигу та ротації (рис. 2). В межах системи виділяються складові (підзони) лінійних та субкільцевих тіл. Всі вони є композитними утвореннями, адже сформовані тілами різновікових порід докембрію; при цьому відрізняються будовою, ступенем структурно-речовинних перетворень субстрату та динамо-кінематичними умовами становлення. Підзони лінійних тіл субмеридіонального простягання й субвертикального падіння, це Криворізько-Кременчуцька й Оріхово-Павлоградська шовні зони (*I, I'* на рис. 2, відповідно) та суміжні із ними частини мегаблоку. Останні відносимо до більш високорангових сегментів дислокаційної системи, відносно шовних зон, від яких вони відрізняються порівняно меншою інтенсивністю перетворень субстрату. Це західна підзона, (*Ia* на рис. 2), за [1-3] зона синклінальних та моноклінальних структур: Омельницької, П'ятихатської й інших; східна підзона (*Iб* на рис. 2), сформована Камишевахською, Конкською, Білозерською моноклінальними структурами; та осьова підзона мегаблоку (*III* на рис.2), до складу якої входить Запорізьке підняття (за [1-3]), Сурська структура й інші складові. Осьова підзона відрізняється, від західної та східної підзон дислокаційної системи, просторовим розміщенням геологічних тіл та геолого-динамічними умовами становлення, а саме – трансенсії. В той час, коли західна та східна підзони в сучасному структурному узорі кристалічного фундаменту відповідають таким, що формувалися за динамо-кінематичних умов транспресії (здви́гу-стиснення, скупчування).

Підзони субкільцевих тіл (складові дислокаційної системи) сформовані округлими, лінзо-серпоподібними тілами різновікових порід центриклінального, або периклінального падіння. Це західна підзона субкільцевих тіл (*IIa* на рис. 2), сформована Саксаганським, Південним й іншими субкільцевими макротілами (за [1-3] граніто-гнейсові куполи); та східна підзона субкільцевих тіл (*IIб* на рис. 2), до складу якої входить Славгородське субкільцеве макротіло (блок, за [7]) та інші, дрібніші. Підзони субкільцевих тіл, в сучасному структурному узорі кристалічного фундаменту, відповідають сформованим за динамо-кінематичних умов здвигу/розтягу-ротації. Обґрунтування способу формування таких структур надано в роботах Слензака О. І., Паталахи Є. І., менш масштабні структури такого типу описані Семененком М. П., Гончарем А. А., Заїкою-Новацьким Г. В., Гінтовим О. Б.

Геолого-кінематичні характеристики ідентифікованих вище підзон-складових Середньопридніпровської системи не були сталими, адже її формування відбувалося в декілька тектонічних імпульсів. Дія останніх зафіксована у генераціях структур, що нами охарактеризовані. Вік речовини зазначених структур відомий в межах: 3,2; 3,1-2,9; 2,8-2,7; 2,2-2,0; 2,0-1,8 млрд. років [1, 2, 5].

На рис. 2 винесені дані щодо розміщення родовищ та рудопроявів корисних копалин із [15]. Площі скупчень останніх створюють характерні для приздвигових новоутворень форми та займають чіткі структурні позиції в межах Середньопридніпровської дислокаційної системи:

а) лінійно-лінзовидні тіла, що конформні до лінійних складових системи; б) серпоподібні утворення в межах підзон субкільцевих тіл, які є S-структурами підвороту другого порядку; в) поперечні субтіла, що відповідають T-структурам відриву осьової підзони даної дислокаційної системи. За аналогією щодо форм вже відомих рудовмісних тіл і їх структурного розміщення, нами спрогнозовані нові подібні тіла (заштриховані тіла на рис. 2). Всі форми виділених рудоперспективних макротіл, відомих та прогнозованих, доповнюючи одна одну, підкреслюють й разом з нерудними тілами відтворюють структурний малюнок ранжованої дислокаційної системи з чітко впорядкованою внутрішньою структурою. На мезо- та мікрорівнях рудні й нерудні геологічні тіла також створюють закономірні асоціації, що виражено однаковими їх елементами залягання,

формами, параметрами $a:c$, взаємозалежністю мінерального складу, близькою кількістю різновидів породоутворювальних мінералів, подібними Р-Т умовами формування тощо [1-3, 9].

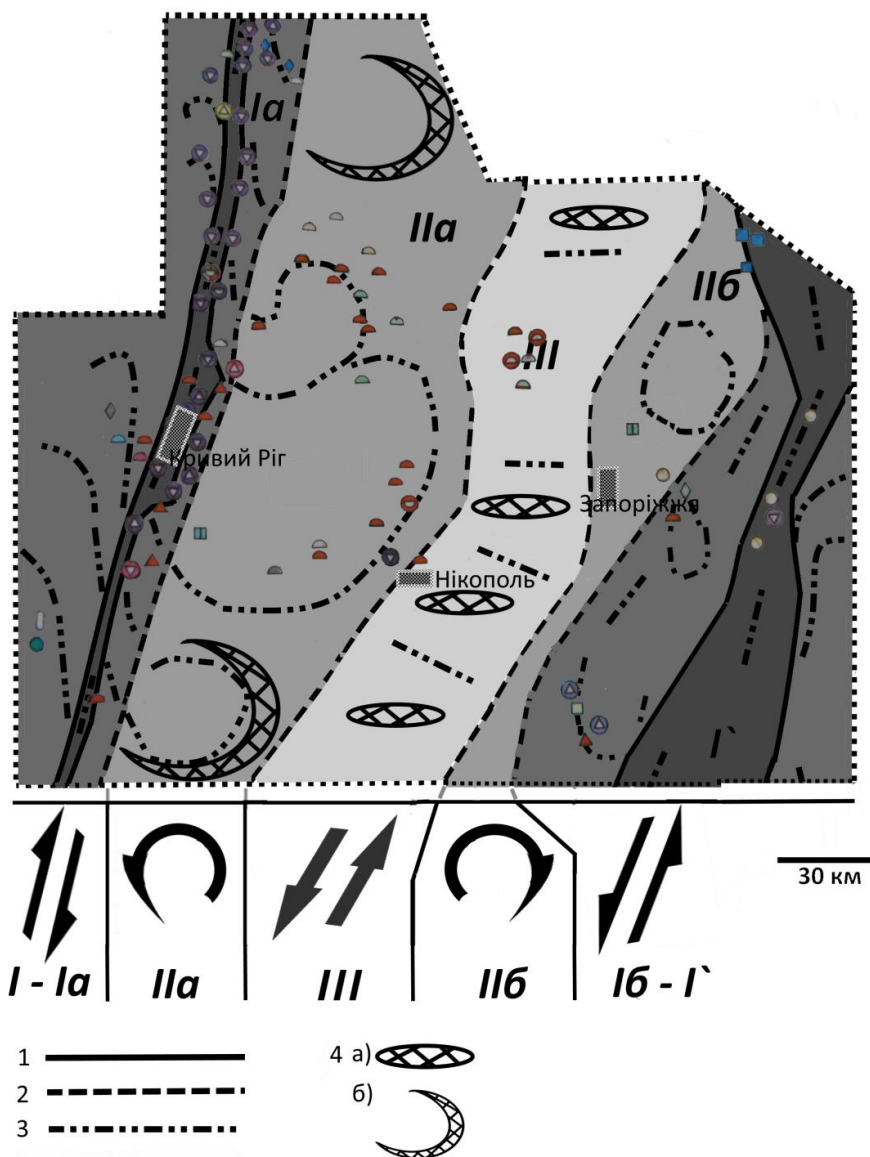


Рис. 2. Середньопридніпровська дислокаційна система здвигу/ротації.

Відтінками відображено відносні ступіні структурно-речовинних перетворень субстрату на нижньопротерозойський час: темно-сірі — найбільші, світло-сірі — найменші.

1 — межі епіцентрів лінеаризації; 2 — межі підзон-складових дислокаційної системи; 3 — генералізовані лінії простягання геологічних тіл; 4 — принципові структурні комірки прогнозованих рудоперспективних площ в позиціях: а — Т-структур, б — S-структур.

Внизу — реставровані напрямки зміщення на нижньопротерозойський час. Прямі односторонні стрілки — при дії сил здвигу-стиснення, прямі двосторонні — здвигу/розтягу, округлі — здвигу/прокручування¹. Умовні позначення корисних копалин див. [15].

¹Тут приймається, за [10], що головні нормальні напруги співпадають з кінематичними осями структур: максимального здавлювання σ_c — з віссю c , мінімального σ_a — з віссю a , σ_b — з віссю b . Якщо початкове положення осей a докембрійських структур і мало певний кут до σ_a , то з часом в умовах нижньопротерозойської лінеаризації відбувається їх ротація до стану // σ_a .

Структури генерації-6 на макрорівні представлені в'язкими сингранітаційно-гнейсуватими та кліважними розломами, що розвинуті за площею досить нерівномірно. Вони, переважно, наслідують простягання більш древніх утворень та використовують їх як субстрат. На мезорівні, це: вторинна гранітаційна смугастість (синтектонічного порфіробластезу), структури тектонічного розлізання та будинажу, в'язкий кліваж, що сформований мінеральними асоціаціями епідот-амфіболітової та зеленосланцевої фацій динамометаморфізму. Вони відомі [2, 4, 5] у складі більшості світ, які складають розрізи ЗС. У межах гранітоїдних масивів (зокрема Мокромосковського, Щербаківського) такі зміни досить широко проявлені у вигляді кліважу сформованого агрегатами мусковіту, хлориту, епідоту і карбонату та як вторинна смугастість складу: істотно мікроклінового, альбітитового, грейзенізованого граніту, кварцитового й широкої гамми проміжних відмін [5, 7].

Структури генерації-7 є постметаморфічними. Їм відповідають відносно наймолодші дислокаційні структури, які формувалися в тектонічному режимі щита. Вони представлені зонами крихкого кліважування порід, крихкими та крихко-в'язкими розломами. Такі порушення на досліджуваній частині УЩ розвинені доволі широко. Їм відповідають практично всі зображені на геологічних картах червоними та чорними лініями розломи.

В цілому ж у межах східної частини УЩ, після ранньопротерозойського тектогенезу (~1,7 млрд років тому) виділяється [1-3, 6, 7, 10, 12 та ін.] ще до 5-ти етапів тектонічних перетворень, які в різній мірі охопили і Середньопридніпровську частину щита. Це рифейський, девонський, пермський, палеогеновий та неогеновий етапи. Просторове положення структур зазначених етапів зазвичай визначається регматичною сіткою, але нерідко коригується структурною анізотропією розломів попередніх етапів. Продукти руйнувань цих етапів ми детально не розглядаємо, адже вони широко висвітлені в літературі [1-3, 6, 7, 10, 12 та ін.].

Висновки

Досліджуваний фрагмент УЩ (Середньопридніпровський мегаблок та суміжні шовні зони) є результатом тектоно-метаморфічних трансформацій докембрійського субстрату. Такі трансформації відбувались впродовж усієї докембрійської й фанерозойської історії даної частини УЩ та реалізувались, як мінімум, за сім етапів. Дислокаційні перетворення (для перших шести етапів це орієнтована перекристалізація та перерозподіл речовини, для інших – здебільшого крихке руйнування) відбувались у здвигових умовах при зміні напрямків тектонічних напружень на фоні, переважно, поступового зниження Р-Т значень середовища.

Такі перетворення кожного з етапів провокували поглиблення структурної та речовинної переробки субстрату. Завдяки цьому на ділянках накладення трансформацій сформувались гібридні (складні) макроструктури, які об'єднують у собі мікро- та мезоструктурні парагенезиси усіх етапів еволюції докембрійського субстрату. Гібридні дислокаційні структури макромасштабу, формуючись послідовно у часі й просторі та накладаючись одна на одну, створили структурний рисунок, що відповідає дислокаційній системі здвигу та ротації.

Рудні тіла є закономірною складовою даної системи, отже вони пройшли ту ж історію формування тобто сформовані завдяки тому ж багатоактному тектонічному процесу (здвигу/ротації), що і тіла вмисних. Будова та речовинне наповнення рудовмісних структур є вторинними – сформованими завдяки неодноразовим проявам деформацій здвигу та ротації в Р-Т умовах, за яких можливий перерозподіл речовини. А морфологія та наповнення таких структур до 2,0-1,8 млрд. років тому були іншими і навряд чи підлягають реставрації.

Приуроченість рудних тіл до певних структурних позицій – приздвигових тіней тиску в протерозойському структурному малюнку досліджуваної частини УЩ – вважаємо провідним пошуковим критерієм.

ЛІТЕРАТУРА

1. Геолого-геофизическая модель Криворожско-Кременчугской шовной зоны Украинского щита / Азаров Н.Я., Анциферов А.В., Шеремет Е.М., Глевасский Е.Б., Есипчук К.Е., Кулик С.Н., Бурахович Т.К., Пигулевский П.И. – Киев.: Наукова думка, 2006. – 195 с.
2. Геолого-геоэлектрическая модель Орехово-Павлоградской шовной зоны Украинского щита / Азаров Н.Я., Анциферов А.В., Шеремет Е.М., Глевасский Е.Б., Есипчук К.Е., Кулик С.Н., Сухой В.В., Николаев Ю.И., Николаев И.Ю., Пигулевский П.И. – Киев: Наукова думка, 2005. – 190 с.
3. *Каляев Г.И.* / Палеотектоника и строение земной коры докембрийской железорудной провинции Украины / Каляев Г.И., Глевасский Е.Б., Димитров Г.Х. – Киев: Наукова думка, 1984. – 239 с.
4. *Щербак Н.П.* Геохронология и геодинамика архейских мегаблоков Украинского щита / Щербак Н.П., Артеменко Г.В. // Мин.журн., 2014. – Т. 36, № 2. – С. 7-17.
5. *Щербак Н.П.* Геохронология раннего докембрия Украинского щита (архей) / Щербак Н.П., Артеменко Г.В., Лесная И.М., Пономаренко А.Н. – Киев: Наук.думка, 2005. – 241 с.
6. *Семененко М.П.* Структура кристаллического массива Среднего Приднепровья / Семененко М.П. – Киев: Изд-во АН УССР, 1949. – 110 с.
7. *Орса В.І.* Петрологія граніто-гнейсового комплексу Середнього Придніпров'я / Орса В.І. – Київ: Наукова Думка, 1973. – 170 с.
8. *Ісаков Л.В.* Послідовність формування гранітоїдних комплексів Середньопридніпровської та Західноприазовської мегаструктур Українського щита з позицій плюм-тектоніки / Ісаков Л.В., Паранько І.С., Сукач В.В. // Збірник тез Міжнародної наукової конференції «Геохронологія та геодинаміка раннього докембрію (3,6-1,6 млрд років) Євразійського континенту», 16-17 вересня 2014 р. – Київ: ІГМР, 2014 р. – С. 60-61.
9. *Семененко Н.П.* Структура Криворожских месторождений богатых руд и закономерности их развития на больших глубинах / Семененко Н.П., Тохтуев Г.В., Кравченко В.М. – К.: Наук.думка, 1981. – 187 с
10. *Паталаха Е.И.* Новое в геологическом строении Кривбасса с позиций тектонофациального анализа / Паталаха Е.И. // Геохімія та екологія, 2002. – В. 5/6. – С. 245-264.
11. *Осьмачко Л.С.* Орехово-Павлоградская шовная зона – полициклическая меланжевая структура / *Осьмачко Л.С.*: Материалы XVI международной конференции «Структура, свойства, динамика и минерагения литосферы Восточно-Европейской платформы», 20-24 сентября 2010 г. — Воронеж, 2010. — Том. 2., С. 117-122.
12. *Заїка-Новацький Г.В.* Структурна еволюція ранньодокембрійських комплексів Українського щита та проблеми їх геологічного картування / Заїка-Новацький Г.В. // Вісник КНУТШ, Серія Геологія, 2000. — Вип. 18. — С. 19-23.
13. *Заїка-Новацький Г.* Вулкано-тектонічний комплекс Середнього Наддніпров'я / Заїка-Новацький Г., Осьмачко Л. // Матер. наук.конф. професорсько-викладацького складу геологічного факультету 16-17 травня 2000р. Актуальні проблеми геології України. – Київ, 2000. – С. 16.
14. *Толстой М. И.* Опыт объективного расчленения докембрийских гранитоидов по комплексу вещественно-физической информации (на примере Среднеприднепровского района Украинского щита) / Толстой М.И., Берзенин Б.З., Гасанов Ю.Л. // Вестник Киевского университета. Прикладная геохимия и петрофизика. – 1984. – № 11. – С. 60-71.
15. *Металогенічна карта України. М-б 1:1000 000* / Редактор Д. С. Гурський, автори: В. А. Колосовська, В. А. Веліканов, А. С. Войновський, А. П. Волик, Л. О. Демехін. – Держгеолслужба України, 2002 – 6 л.

REFERENCES

1. *Geologo-geofizicheskaia model Krivorozhko-Kremenchugskoy shovnoi zoni Ukrainskogo shchita* [Geological-geophysic model of Krivorozhko-Kremenchug suture zone of the Ukrainian Shield] / Azarov N., Antsiferov A., Sheremet E., Glevasky E., Esipcyuk K., Kulik S.N., Burahovich T.K., Pigulevsky P.I. — Kiev: Naukova Dumka, 2006. — 195 s. [in Russian]
2. *Geologo-geoelectricheskaia model Orehovo-Pavlogradskoy shovnoi zoni Ukrainskogo shchita* [Geological-geoelectric model of Orehovo-Pavlograd suture zone of the Ukrainian Shield] / Azarov N., Antsiferov A., Sheremet E., Glevasky E., Esipcyuk K., Kulik S.N., Suhoi V.V., Nikolaev Yu.I., Nikolaev I. Yu., Pigulevsky P.I. — Kiev: Naukova Dumka, 2005. — 190 s. [in Russian]
3. *Kaliaev G.I. / Paleotektonika i stroenie zemnoy kory dokembriiskoy zhelezorudnoy provintcii Ukrainy* [Paleotectonic and structure of Earth's crust of the precambrian iron-ore provinces of Ukraine] / Kaliaev G.I., Glevassky E.B., Dimitrov G.H. — Kiev: Naukova Dumka, 1984. — 239 s. [in Russian]
4. *Shcherbak N.P. Geochronologiya i geodinamika arheiskih megablocov Ukrainskogo Shchita* [Geochronology and geodynamics archean megablocks of the Ukrainian Shield] / Shcherbak N.P., Artemenko G.V. // Min.zhurn., 2014. — T. 36, № 2. — S. 7-17. [in Russian]
5. *Shcherbak N.P. Geochronologiya rannego docembriia Ukrainskogo Shchita (Archei)* [Geochronology of the Early Precambrian Ukrainian Shield (Archean)] / Shcherbak N.P., Artemenko G.V., Lesnaya, I.M., Ponomarenko A.N. — Kiev: Nauk.dumka, 2005. — 241 s. [in Russian]
6. *Semenenko M.P. Struktura kristallicheskogo massiva Srednego Pridneprovya* [Structure of crystalline massif of the Middle Pridneprovie] / Semenenko M.P. — Kiev: Izd-vo AN USSR, 1949. — 110 s. [in Russian]
7. *Orsa V.I. Petrologiya granito-gneisovogo kompleksu Serednego Pridniprovya* [Petrology of granitic-gneiss complex of the Middle Pridniprovie] / Orsa V.I. — Kiev: Naukova Dumka, 1973. — 170 s. [in Ukrainian]
8. *Isakov L.V. Poslidovnist formuvannia granitoidnyh kompleksiv Serendnopyrdniprovskoi ta Zahidnopriazovskoi megastruktur Ukrainskogo Shchita z pozytsii plium-tektoniki* [Sequence formed of granitoids complex's of the Midlpyrdniprovskia and Westazov megastructures of the Ukrainian Shield from the point of view of plium-tectonic] / Isakov L.V., Paranko I.S., Sukach V.V. // Zb. tez Mizhnar. nauk. konf. «Geohronologiya ta geodinamika rannogo dokembriiu (3,6-1,6 mlrd. rokov) Yevraziiskogo kontinentu (16-17.09.2014)» — Kiev: IGMR, 2014 — S. 60, 61. [in Ukrainian].
9. *Semenenko N.P. Struktura Krivorozhshkih mestorozhdenii bogatih rud i zakonomernosti ih razvitiia na bolshih glubinah* [Structure of Krivorozhshky deposits of the rich ore and their laws development at great depths] / Semenenko N.P., Tohtuev G.V., Kravchenko V.M. — K.: Naukova Dumka, 1981. — 187 s. [in Russian]
10. *Patalakha E.I. Novoe v geologicheskoy stroenii Krivbassa s pozichii tektonofacialnogo analiza* [New in geological construction of Krivbassa from the point of view of tektonofacies analysis] / Patalakha E.I. // Geohimiia ta ekologiya, 2002. — V. 5/6. — S. 245-264. [in Russian]
11. *Osmachko L.S. Orehovo-Pavlogradskaia shovnaia zona — policiklicheskaia melanzhevaia struktura* [Orehovo-Pavlograd suture zone — polycyclic mélange structure] / Osmachko L.S. // Materiali XVI mezhdunarodnoi konferentsii «Struktura, svoistva, dinamika i minerageniia litosferi Vostochno-Evropейskoi platformi», 20-24 sentiabria 2010 g. Voronezh, 2010. — Tom 2, S. 117-122. [in Russian]
12. *Zaika-Novatsky G.V. Strukturna evoliutsiia ranniodokembriiskih kompleksiv Ukrainskogo shchita ta problemi ih geologichnogo kartuvannia* [Structural evolution of Early Precambrian complexes of the Ukrainian Shield and problems its geological mapping] / Zaika-Novatsky G.V. // Visnik KNUTSh, Seriya Geologiya, 2000. — V. 18. — S. 19-23. [in Ukrainian]

13. *Zaika-Novatsky G.* Vulkano-tectonichniy kompleks Serednogo Naddniprovia [Volcano-tectonic complex of Middle Naddniprovie] / *Zaika-Novatsky G., Osmachko L.* // Mater.nauk. konf. profesorsko-vikladatskogo skladu geologichnogo fakultetu 16-17 travnia 2000 r. Aktualni problemy geologii Ukraini. – Kiev, 2000. – S. 16. [in Ukrainian]
14. *Tolstoi M.I.* Opit obyektivnogo raschleneniia dokembriiskih granitoidov po kompleksu veshchestvenno-fizicheskoi informachii (na primere Srednepridneprovskogo rayona Ukrainskogo shchita) [Objective experience dismemberment of Precambrian granitoids for complexes material-physics information (at example Middle Pridnipro region of the Ukrainian Shield)] / *Tolstoi M.I., Berzenin B.Z., Gasanov Yu.L.* // Vestnik Kievskogo universiteta. Prikladnaya geohimii i petrofizika. – 1984. – № 11. – S. 60-71. [in Russian]
15. *Metalogenichna karta Ukraini.* Masshtab 1000000. [Metalogenic map of Ukraine. Scale 1:1000 000] / Editor D.S. Gursky, authorus: V.A. Kolosovska, V.A. Velikanov, A.S. Voinovsky. – State geological Survey of Ukraine. 2002. [in Ukrainian]

ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ СРЕДНЕПРИДНЕПРОВСКОЙ ЧАСТИ УКРАИНСКОГО ЩИТА И ИХ РОЛЬ В СТРУКТУРНОМ КОНТРОЛЕ РУДОПЕРСПЕКТИВНЫХ УЧАСТКОВ

Осьмачко Л. С. к. г. н., с. н. с., ГУ «Институт геохимии окружающей среды НАН Украины», osml@ukr.net.

В работе обобщены данные, авторские и предшественников, геолого-структурных исследований в пределах отдельных участков Среднеприднепровского мегаблока, также сопредельных шовных зон Украинского щита. Обосновано, что Среднеприднепровская часть Украинского щита является гибридной, существенно сдвиговой дислокационной системой. Она формировалась, как минимум, в семь этапов дислокационных преобразований кристаллического основания. Становление структур первых шести этапов происходило в условиях постепенного уменьшения P-T параметров геологической среды (от гранулитовой до зеленосланцевой фации метаморфизма). Более поздние структуры представлены постметаморфическими тектонитами усугубляющими уже сложившийся структурный план. Дислокационная система ранжирована — сформирована составляющими, отличающимися друг от друга геолого-динамическими условиями становления. Это подзоны линейных и субкольцевых тел. Среди первых, в современном структурном рисунке кристаллического основания, выделяются соответствующие сформировавшимся в условиях трансенсии и транспрессии. Подзоны субкольцевых тел идентифицированы как сформировавшиеся в геолого-динамических условиях сдвига/ротации. Все составляющие дислокационной системы, в свою очередь, структурно зональны и сформированы более высокоранговыми подобными геологическими телами. Рудоперспективные геологические тела занимают позиции структур относительного растяжения (T) и подворота (S) в ранжированном тектоническом рисунке, становление которого привязываем к раннему протерозою. Отмеченное считаем руководящим поисковым критерием.

Ключевые слова: генерации структур, дислокационная система, рудные тела, структурные ячейки

THE STAGES OF FORMATION OF SREDNEPRIDNEPROVSKYA PART OF THE UKRAINIAN SHIELD AND THEIR ROLE IN STRUCTURAL CONTROL OF THE ORE - PERSPECTIVES PLOTS

L. Os'machko. Ph.D. (Geology), Senior Researcher, SI «Institute of environmental geochemistry of NAS of Ukraine» osml@ukr.net

The paper summarizes data, copyright and predecessors, geological and structural studies within individual sections of Srednepridneprovsky megablock, also adjacent suture zones of the Ukrainian Shield. It is justified that Srednepridneprovskya part of the Ukrainian Shield is essentially a hybrid dislocation shear system. It was formed at least in seven stages of dislocation changes of the crystal base. The formation of the structures of the first six stages occurred in a gradual decrease in PT parameters geological environment (from granulite to greenschist facies). Younger structures are represented postmetamorphic tectonites aggravating already established structural plan. Dislocation system is ranked – formed by components, different from each other geological and dynamic conditions of formation. Those are subzones of lineared and subcirculared bodies. Among the first, in the present structural plan of crystalline basement, relevant subzones formed under transtension and transpression are allocated. The subcircled bodies of subzones are identified as being formed in the geological and dynamic shift / rotation conditions. All components of the dislocation system, in turn, are structural zoned and formed by the high-ranking similar geological bodies. Promising ore geological bodies occupy position of structures of the relative stretch (T) and subrotation (S) in the ranked tectonic figure, which formation we attribute to the early Proterozoic. Marked above facts we believe are leading search criteria.

Keywords: generation of structures, dislocation system, ore bodies, structural cell