

ЗАГАЛЬНА ТА ІСТОРИЧНА ГЕОЛОГІЯ

УДК 551.24:551.25(477)

В. Шевчук, д-р геол.-мін. наук, проф.

СПІВВІДНОШЕННЯ ПРОТЕРОЗОЙСЬКОГО АВТОХТОННОГО ГРАНІТОУТВОРЕННЯ ТА ДЕФОРМАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В МЕЖАХ ТАЛЬНІВСЬКОЇ ЗОНИ РОЗЛОМІВ (УКРАЇНСЬКИЙ ЩИТ)

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол.-мінералог. наук, проф. М.І. Толстим)

На прикладі Тальнівської зони розломів показана багатостадійність протерозойського структуроутворення із зміною в часі реологічних механізмів, аргументується тісний взаємозв'язок деформаційних процесів та автохтонного двопольовошпатового гранітоутворення, проявлений формуванням специфічних мілонітових, мігматитових та граніто-гнейсових монокліналей. На основі виділених в межах Тальнівської зони розломів різновікових структурних парагенезисів показана стадійність та динамо-кінематичні умови структуроутворення.

The multi-stage formation of the Proterozoic structure formation with the changed rheological mechanisms has been showed on the base of Talniv fault zone. The strong Interrelations between deformation processes and autochthonous two-feldspathic granite-formation have been proved. They were displayed by essential mylonite, migmatite, and granite-gneiss monocline formation. The stage formation and dynamo-cinematic conditions of structure formations based upon structural-paragenetic research in Talniv fault zone have been showed.

Постановка проблеми. Сучасний етап вивчення тектоніки Українського щита (УЩ) відзначається практично загальним визнанням мегаблокової його будови [1, 2, 6]. Попри певні розбіжності, автори останніх тектонічних схем визнають поділ щита на шість мегаблоків, котрі своєю чергою фрагментовані сіткою різнорангових розломів. Тривала геологічна історія УЩ, як і інших щитів древніх платформ, поділяється на ряд етапів, позначених формуванням виразних різновікових структурно-формаційних комплексів (СФК), певні комбінації (набори) яких обумовлюють головні особливості мегаблоків та відмінності між ними [4, 5]. Обмеження мегаблоків не завжди співпадають із розповсюдженням тих чи інших СФК, що свідчить про суттєві розбіжності у будові щита на різних етапах його розвитку. Прийняті на сьогодні обмеження мегаблоків розломної природи склалися головно під час протерозойської тектоно-магматичної активізації, найважливішими проявами якої була надзвичайно висока активність диференційованих тектонічних рухів та масове двопольовошпатове гранітоутворення. Серед протерозойських гранітоїдів потужно представлені як алохтонні метамагматичні утворення, що складають інтрузивні тіла різних форм і розмірів, так і автохтонні палінгенно-метасоматичні та палінгенно-інтрасоматичні мігматитові та граніто-гнейсові утворення. Питання тектонічної позиції тих та інших, характеру зв'язків речовинних перетворень та деформаційних процесів, механізмів метаморфогенного та магматогенного структуроутворення, як в межах мегаблоків УЩ, так і в їхніх розломних обмеженнях, завжди відзначались особливою проблематичністю і досі належать до найбільш дискусійних.

Об'єкти, завдання та методи досліджень. Сприятливими для досліджень є добре відслонені розломні зони тривалого розвитку із особливо контрастними структурними і речовинними перетвореннями різновікового субстрату. Однією із найбільш виразних і важливих для з'ясування ранньодокембрійської історії щита визнається Голованівська шовна зона, обмежена з північного заходу Тальнівською (ТЗР), а зі сходу – Первомайською зонами розломів [2, 9]. Саме на прикладі ТЗР та деяких інших розломних зон УЩ розв'язувались питання співвідношення у часі і просторі структурних і речовинних перетворень архейського субстрату під час протерозойської ТМА. Зазначимо також, що структурне і петрологічне різноманіття протерозойських гранітоїдних комплексів обумовлює необхідність комплексного підходу до розв'язку означених питань із залученням структурно-парагенетичного аналізу, відповідних тектонофізичних та петроструктурних методів.

Особливості протерозойського структуроутворення в межах ТЗР. ТЗР – структура тривалого розвитку. На користь архейського закладення розлому можуть свідчити фрагментарні дані щодо північно-східного простягання директивних текстур в утвореннях архейських СФК, зокрема, у діафторованих в умовах амфіболітової фації тектонітах по гранулітових утвореннях дністровсько-бузької серії. Однак, за даними багатьох дослідників, найпотужніші деформаційні і речовинні перетворення, результати яких знайшли яскраве відображення у регіональній структурі, відбувалися саме на протерозойському етапі розвитку. ТЗР у її протерозойському виразі не є граничною структурою, вона не розмежовує різновікові структурно-формаційні комплекси, накладаючись у південному своєму фрагменті на гранулітові утворення дністровсько-бузької серії, що зазнали амфіболітового діафторезу і гранітизації у зв'язку з формуванням плагіограніт-амфіболітового структурно-формаційного комплексу, та на власне плагіограніт-амфіболітові утворення тикицької серії у північному фрагменті. Окремі їх різновікові компоненти, глибоко проникаючи у суміжні блоки, розширюють сферу впливу ТЗР на регіональну структуру. Що ж до стрижневої (шовної) зони ТЗР, то вона характеризується по-різному, зазвичай, увага концентрується на елементарних розломах, проявлених різноманітними тектонітами (катаклазитами, мілонітами, бластомілонітами тощо), що формуються по різному субстрату, у тому числі по протерозойських гранітоїдах. Разом з тим, процеси автохтонного протерозойського гранітоутворення синхронні із перманентними структурно-деформаційними перетвореннями, причетні до формування особливих шовних тіл, складених жильно-смуғастими, сланцюватосмуғастими та порфірбластичними тектонітами, мігматитами і граніто-гнейсами із витриманим моноклінальним залеганням. Саме такі тіла, класифіковані як мілонітові, мігматитові та граніто-гнейсові моноклінали, котрі кулісоподібно підставляючи одна другу, сукупно трасують доволі широку смуғу (до 10–15 км), яка власне й ідентифікується як шовна зона Тальнівського розлому [10, 11]. Транзитний по усьому простеженому простяганні ТЗР мають мігматитові і граніто-гнейсові моноклінали, що різняться між собою хіба що ступенем переробки субстрату та інтенсивністю розвитку кварцкалішпатової мінеральної асоціації. Складені вони смуғастими мігматитами і сланцюватими граніто-гнейсами, різною мірою насиченими жильними тілами строкатих апліт-пегматоїдних гранітів, мають характерну потужність від перших метрів до декількох десятків метрів. Їх

розділяють ділянки практично не зміненого або відносно слабо гранітизованого субстрату, зазвичай із поступовими переходами і повним співпадінням директивних текстур тектонічного походження. Натомість пізньо- і постгранітаційні мілонітові моноклінали мають локальний розвиток вже в межах граніто-гнейсових та мігматитових. Вони складені смугастими бластомілонітами, ультрамілонітами та псевдотахілітами, часто порфірокластичними. За заляганням площинних текстур мілонітові моноклінали, на загал, співпадають із граніто-гнейсовими, хоча високопорядкові сколові структури, особливо пізні, в їх межах часто орієнтовані під певними кутами до генеральної структури ТЗР. По-суті, лише мігматитові і граніто-гнейсові структури, узагальнено назовем їх граніто-гнейсовими монокліналями (ГГМ), у своїй сукупності формують шовну зону ТЗР і, вірогідно, можуть вважатись структурами першого порядку. Генеральне простягання шовної зони доволі витримане – 30–40°, з локальними відхиленнями в межах 20–50°. Падіння визначальних директивних текстур зазвичай субвертикальне (70–90°) південно-східне або північно-західне. У поперечних розрізах шовної зони ТЗР вздовж річок Рось, Гнилий Тікич, Гірський Тікич, Ятрань, Ревуха та вздовж долини р. Синюха у нижній її течії фіксується різна кількість ГГМ, хоча деякі з них мають значну протяжність.

При принциповій співставимості особливостей складу і будови усіх ГГМ вони мають певні розбіжності, що обумовлено передусім суттєвою різницею у формаційних і структурних особливостях субстрату двопольовошпатової гранітазації, а також дещо різними динамокінематичними умовами супутнього структуроутворення. Так, південний фрагмент ТЗР закладається по гранулітовому СФК, в той час як північний – по плагіограніт-амфіболітовому СФК. Використовуючи характерні метасоматично-інтрасоматичні та палінгенні утворення – прояви єдиного палео-мезопротерозойського активізаційного процесу як вікові репери, показники РТ-умов та напружено-деформаційних станів, можна відтворити характер співвідношень між деформаційними та речовинними перетвореннями.

Двопольовошпатовому гранітоутворенню повсюдно передують потужна деструкція субстрату. Завдяки крихкопластичним деформаціям породи субстрату катаклазовані і мілонітизовані, отримують хаотичну будову, у бластокатаклазитах та бластомілонітах переважають брекчіївидні та плямисті структури, локально проявлені дрібні складчасті форми, структури вихору. Місцями по слабосланцюватих плагіогнейсах у зв'язку із розвертанням елементарних мілонітових просічок в ході перманентної пластичної деформації формується лінзовидно-груболітонна текстура, ускладнена мікроскладчастістю волочиння. Поступово, з розвитком суттєво калішпат-кварцевого метатекстури і перманентною перекристалізацією катаклазитів і мілонітів, посилюється процес формування виразної планарної текстури із витриманим заляганням – смугастості мігматитового типу, яка поступово стає домінуючою в усіх ГГМ. Кінематика найбільш ранньої догранітаційної стадії вивчена недостатньо. Однозначні макрорепери виявити не вдалося, а за численними мезознаками на рівні відслонень та мікросруктурами у шліфах встановлюється знакоперемінний характер мікропереміщень з переважанням підкидо-правозсувних, що відбувались в умовах сублатерального стиснення.

Визначальною для формування ГГМ, та й ТЗР у цілому, є потужна гранітація різновікового субстрату, форми та інтенсивність прояву якої в межах ТЗР обумовлена динамо-кінематичними умовами деформаційних процесів. Ці процеси, як і речовинні перетворення мають багатостадійний (перманентний) характер. Витриманий

за загальною спрямованістю характер речовинних перетворень з послідовним збільшенням вмісту калішпат-кварцевої мінеральної асоціації, розкладанням темнокольорових мінералів та розкисленням плагіоклазу, наявність не менше двох виразних генерацій КПШ, 2–4-х генерацій кварцу, плагіоклазу та біотиту в межах одного й того ж шліфа, практично повсюдна наявність мікросруктур дроблення і бластезу передусім у ранніх мінеральних парагенезисах, дозволяє реконструювати напрямки відносних мікропереміщень та зробити попередні висновки про загальну кінематику ТЗР під час двопольовошпатового гранітоутворення. Перманентний характер деформаційних і речовинних перетворень не протирічить умовному поділу цього етапу на три біль-менш виразні стадії: раннь-, середньо- та пізньосингранітаційну, розділені найбільш виразними деформаційними епізодами.

Рання стадія проявлена найбільш контрастними речовинними перетвореннями, потужним розвитком кварц-калішпатової мінеральної асоціації, місцями калішпатовим порфіробластезом (КПШ-1) і появою проміжних мінеральних фаз. З цієї стадії асоціює головна фаза гранітоїдного жилютворення. Субпаралельні апліт-пегматитові тіла узгоджуються із мігматитовою смугастістю і порфіробластичною сланцюватістю і сукупно створюють базову систему ГГМ. При імпульсному і, вірогідно, реверсному характері переміщень, при наявності ознак реалізації як ліво-, так і правозсувної компоненти, домінуючими на цій стадії були вертикальні зміщення в умовах суттєвої ролі латерального розтягу. Зсуво-скидові переміщення фіксуються як на макрорівні (субпаралельні жили, смугасті мігматити), так і завдяки розвитку порфіробластичної сланцюватості (умови транстенсії за [8]).

Така тенденція, але вже у комбінації із зсуво-підкидовими переміщеннями відзначається і на наступній, середньосингранітаційній стадії, позначеній руйнуванням ранніх метасоматитів, зокрема, дробленням порфіробластів КПШ-1, утворенням мікрокліну другої генерації у складі перекристалізованих кварц калішпатових агрегатів, що обволікають порфіробласти КПШ-1, формуванням мікроскладочок волочиння, θ -, δ - та σ -об'єктів, завдяки яким відтворюються кінематичні особливості стадії [10]. Вони виявляються найбільш варіаційними, знакоперемінними, горизонтальна складова у більшості випадків поступається вертикальній складовій. У горизонтальних переміщеннях переважають лівозсувні, хоча локально фіксуються також ознаки правого зсуву. При цьому відзначається зміна зсуво-скидових і зсуво-підкидових переміщень, що може сприйматись як чергування в часі динамічних схем транспресії і транстенсії. Суттєва відмінність цієї стадії від попередньої полягає у зміні домінуючого розтягу потужними імпульсами стиснення. Така тенденція може викликатись як зміною регіонального поля напружень, так і об'ємними ефектами фазових переходів під час калій-кремнієвого метасоматозу та палінгенезу у системі гранітоутворення. В останньому випадку регіональне поле напружень може й не зазнавати значних змін, а варіації локальних полів напружень залежатимуть від співвідношень швидкостей кристалізаційних та деформаційних процесів, що знаходить підтвердження за результатами математичного моделювання [7, 13].

Пізньосингранітаційна стадія фіксується неодноразовою перекристалізацією кварцу – найбільш чутливого до варіацій полів напружень мінералу. Практично мономінеральні гломерозернисті кварцеві агрегати обволікають порфірокласти польових шпатів та лінзовидні породні фрагменти і несуть сліди синкристалізаційних деформацій у вигляді ламелей, смуг зламу та хвилястого погасання. У більшості випадків такі кварцеві агре-

гати посилюють площинні текстури у граніто-гнейсах, створюючи своєрідну смугастість або сланцюватість, залягання яких зазвичай збігається із заляганням ГГМ у ранньому їх виразі. Локальні розвертання породних фрагментів та порфіробластів створюють характерні мікротектонічні репери локальних переміщень, котрі засвідчують у цілому успадкований від попередньої стадії характер кінематики. Втім, найбільш інформативним засобом динамо-кінематичних реконструкцій виявляється мікροструктурний аналіз по кварцу. Дослідження переважної орієнтації с-осей кварцу в орієнтованих шліфах, що базуються на сучасних експериментальних даних, дозволяє доповнити характеристику динамо-кінематичних умов пізньо-сингранітаційної стадії. Встановлено, зокрема, певну спадковість кінематики ГГМ: чергування скидово-лівозсувних і підкидово-лівозсувних локальних переміщень із ослабленням зсувної компоненти. Переважання вертикальної складової підтверджується також лінійністю по кварцу, що виникає у наслідок призматичної трансляції.

Деформаційні і речовинні перетворення на етапі двопольовошпатового гранітоутворення відбувалися у температурних умовах амфіболітової фації при суттєвому зниженні температури на пізньосингранітаційній стадії. У реологічному сенсі, деформація відноситься до крихко-пластичної, перекристалізації, зазвичай, передуює виразне дроблення, що регулюється, вірогідно, зміною швидкостей деформації.

Протерозойський етап формування ТЗР характеризується тісним взаємозв'язком та взаємообумовленістю деформаційних та речовинних перетворень архейського субстрату. Деструкція супракрустальних та плутонометаморфічних утворень забезпечувала інфільтрацію високотемпературних флюїдів суттєво калій-кремневої геохімічної спеціалізації та розвиток інтрасоматично-метасоматичних і антектично-палінгенних процесів з утворенням різноманітних за структурно-текстурними характеристиками мігматитів та граніто-гнейсів [3,12].

Постгранітаційний етап також може бути поділений принаймні на дві стадії, що різняться температурністю і характером деформацій. Рання постгранітаційна стадія повсюдно позначена потужною мілонітацією із супутньою перекристалізацією на рівні фації зеленого сланців, в той час як пізня – практично "суха". Пізньосинпорфіробластичне і постпорфіробластичне розсланцювання (катаклаз, мілонітація та бластез) проявлені у порівняно нешироких смугах, що певним чином спряжені між собою у пізньосингранітаційні та постгранітаційні структурні парагенезиси. Потужність струменів суцільної мілонітації і ультрамілонітації може сягати декількох метрів. Завдяки їм по мігматито-граніто-гнейсовій монокліналі формується накладена мілоніт-ультрамілонітова монокліналь із практично ідентичними елементами залягання. Внутрішні зони таких монокліналей відзначаються появою псевдотахілітових мас, частіше із смугастим, часом із лінзовидно-плямистим розташуванням. Такі мілонітові струмені мають, зазвичай, різкі межі із граніто-гнейсами (при загальному співпадінні залягання) та спорадично проявлену тонку смугастість, що проявляється завдяки збереженню катаклазитів по граніто-гнейсах та окремим порфіробластів лінзовидної форми, а також тонких згідних прожилків, складених суттєво кварцевими агрегатами. Такі лінзи і смуги із світлим забарвленням добре контрастують на фоні темно-сірих і чорних ультрамілонітів і псевдотахілітів. Контрастне забарвлення допомагає макроскопічно вирізняти головні тектурні особливості порід, а характерні текстури дозволяють діагностувати напрямки переміщень під час мілонітації. На

породному рівні встановлюється неодноактність мілонітації, утворення декількох генерацій мікропросічок ультрамілонітів клиновидно-перехресного орієнтування із початковим бластезом і формуванням мікрозернистого гідрослюдиного агрегату. Численні мікротектонічні репери дозволяють припускати деформування в умовах транспресії із переважанням умов стиснення за слабкої участі правозсувної компоненти.

Найбільш пізні деформаційні прояви мають виключно крихкий характер і не супроводжуються бластезом. Йдеться про січний кліваж, найчастіше у позиції R'-сколів та системи тріщин, інтенсивність розвитку яких в межах шовної зони дуже різна. І якщо кліваж має доволі чіткий просторовий зв'язок із попередньою постгранітаційною стадією, то відносний вік тріщинуватості визначити практично неможливо, у зв'язку з чим вона детально не досліджувалась.

Висновки. Підсумовуючи дані про характер речовинних перетворень і деформаційних процесів в межах Тальнівської зони розломів на протерозойському етапі її розвитку, можна відзначити наступну їхню послідовність.

1. Раннє дроблення архейського субстрату за умов переважання латерального стиснення при участі правозсувних переміщень та формування пов'язаних між собою первинних фрагментів шовної зони.

2. Синдеформаційний розвиток інтрасоматично-метасоматичних процесів із формуванням порфіробластичних і смугастих мігматитів і двопольовошпатових граніто-гнейсів, що складають наскрізні граніто-гнейсові моноклінали за суттєвої ролі відносного розтягу. Імпульсний характер крихко-пластичного деформаційного процесу на сингранітаційному етапі із неодноразовою зміною скидово-зсувної та підкидово-зсувної деформаційних схем при переважному прояві лівозсувної компоненти.

3. Локальні пізньо- і постгранітаційні прояви потужної мілонітації в межах ГГМ, що відбувалась в умовах транспресії із переважанням латерального стиснення за слабкої участі правозсувної компоненти.

4. Локальний розвиток найбільш пізнього поперечного кліважу (у позиції R'-сколів щодо генеральних площинних текстур) без видимих зміщень і ознак бластезу у місцях найпотужнішої мілонітації та розвитку псевдотахілітів.

1. *Веремьев П.С.* Структура докембрия Среднего Побужья, история и механизм ее возникновения // Геол. журн. – 1972. – 32, вып.6. – С.26–37.
2. *Гинтов О.Б.* Полевая тектонофизика и ее применение при изучении деформаций земной коры Украины. – Киев, 2005. 3. *Коржинский Д.С.* Потоки трансмагматических растворов и процессы гранитизации / Магматизм, формации кристаллических пород и глубины Земли. – М.: Наука, 1971. – С. 144–153. 4. *Моралев В.М., Глуховский М.З.* Архейская и раннепротерозойская тектоника / Фундаментальные проблемы общей тектоники. – М.: Научный мир, 2001. – С. 50–90. 5. *Салоп Л.И.* Геологическое развитие Земли в докембрии. – Л., 1982. 6. *Чебаненко И.И.* Розломна тектоника України. – К., 1966. 7. *Шевчук В.В., Лихачев В.В.* Математическая модель поля напряжений, вызванного тепловой аномалией в упругой среде // Геофиз. журн. – 1996. – Т.18. – №6. – С. 74–80. 8. *Шевчук В.В., Павлов Г.Г.* Тектонофизические условия формирования кристаллизационной сланцеватости // Геофиз. журн. – 2003. – 25, №5. – С. 76–83. 9. *Шевчук В.В.* Петроструктурні особливості синдеформаційної метасоматитів Тальнівської зони розломів // Сучасні напрямки української геологічної науки: Зб. наук. пр. ІГН НАН України / П.Ф.Гожик, відповід. ред. – К. 2006. – С. 55–61. 10. *Шевчук В., Шевчук В.* Особливості докембрійського і фанерозойського граніто-гнейсового структуроутворення // Вісник Київ. ун-ту. Геологія. – 2006. – Вип. 37. – С. 4–6. 11. *Шевчук В., Шевчук Вол.В.* Протерозойські граніто-гнейсові моноклінали Українського щита та їх морфоструктурні типи // Вісн. Київ. ун-ту. Геологія. – 2007. – Вип. 40. – С. 4–6. 12. *Шевчук В.В.* До питання про геодинамічні умови формування гранітоїдів областей тектоно-магматичної активізації // Еволюція докембрійських гранітоїдів і пов'язаних з ними корисних копалин у зв'язку з енергетикою планети і етапами її тектоно-магматичної активізації. Зб. наук. праць. – К.: УкрДГРІ, 2008. – С. 52–56. 13. *Шевчук В., Лавренюк М., Шевчук Вол.* Комп'ютерне моделювання впливу термофлюїдних аномалій на напружено-деформаційні стани розломних зон // Вісник Київ. ун-ту. Геологія. – 2008. – Вип. 43. – С. 47–49.