

РЕФЕРАТ

роботи на здобуття щорічної премії

Президента України для молодих вчених:

«Формування структури земної кори Побузького гірничорудного району та оцінка його перспектив на корисні копалини»

Претендент: Мичак Сергій Володимирович – доктор геологічних наук, старший науковий співробітник Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України

Актуальність дослідження. Проведені дослідження пов'язані з необхідністю розробки нових підходів до пошуків родовищ чорних, рідкісних і благородних металів. Перехід до плито-тектонічної парадигми висунув на перший план завдання детального вивчення розломно-блокової тектоніки земної кори, встановлення внутрішньої структури і кінематики розломних зон, з якими пов'язана більшість рудопроявів. Особливо це стосується районів розвитку ранньодокембрійських комплексів гірських порід, до яких відноситься саме Побузький гірничорудний район. Тектонофізичні дослідження гірничорудного району дають можливість дослідити напружено-деформований стан, кінематичні особливості розвитку земної кори та формування родовищ корисних копалин протягом неоархею-палеопротерозою.

Мета роботи. Дослідження характеру деформацій гірських порід і визначення напружено-деформованого стану земної кори для встановлення палеонапружень в межах Побузького гірничорудного району Українського щита. І на цій основі розглянути перспективи регіону на пошуки корисних копалин.

Завдання. Проведення польових тектонофізичних досліджень з виконанням замірів структурно-текстурних елементів і тріщинуватості гірських порід в межах Побузького гірничорудного району;

Встановлення полів палеонапружень, які слугують основою для визначення характеру та напрямку сил, що призвели до структурних змін в Побузькому гірничорудного району;

Встановлення зв'язку між формуванням зруденіння та кінематичними особливостями зон розломів.

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше проведено детальні тектонофізичні дослідження в межах Гайворонської, Заваллівської, Маньківської зон розломів і визначено їх напружено-деформований стан земної кори.

Вперше проведені детальні тектонофізичні дослідження Ятранського блоку центральної частини Голованівської шовної зони і визначено його напружено-деформований стан земної кори.

Уточнені основні риси внутрішньої будови та кінематики Тальнівської, Первомайської, Ємилівської, Молдовської зон розломів.

Детально вивчена тектоніка і металогенія Побузького гірничорудного району, на основі чого запропоновано пошукові критерії на ряд металевих і неметалевих корисних копалин.

Підтверджено, що переважна більшість рудних родовищ і ділянок зруденіння в межах дослідженого регіону пов'язана з зонами розломів і визначається їх внутрішньою структурою, фазами розвитку та кінематикою.

Вперше побудовано Структурно-петрофізичну та тектонофізичну основу геолого-структурної карти поверхні кристалічного фундаменту центральної частини Голованівської шовної зони і сусідніх ділянок Українського щита (листи М-36-XXXI та L-36-I).

Побудовано Схему зіставлення розломно-блокової тектоніки з рідкісноземельно-рідкіснометалевої і золоторудної мінералізації.

Практичне значення одержаних результатів. Встановлені основні риси будови і формування Гайворонської, Заваллівської, Маньківської зон розломів та Ятранського блоку Голованівської шовної зони. Отримані дані суттєво розширюють знання про тектонічну еволюцію Побузького гірничорудного району, і є кроком до побудови загальної геодинамічної моделі формування земної кори регіону, дослідження висвітлюють тектонічні процеси, що відбувалися у неoarхеї-палеопротерозої, і вказують напрямок подальших досліджень. Узагальнено дані про розміщення родовищ і рудопроявів рідкісних, рідкісноземельних, чорних і благородних металів та графіту, які зіставлено зі схемою розломно-блокової структури Українського щита, побудованою за результатами тектонофізичних досліджень. Показано, що

більшість родовищ і рудопроявів даних груп пов'язані саме з зонами розломів. Встановлено додаткові прогностичні критерії на пошуки рідкісних та благородних металів.

Результати досліджень використовуються при геолого-знімальних та пошукових роботах в межах Середнього Побужжя.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми роботи, її мета і окремі завдання, недавно методи досліджень, матеріали про наукову новизну одержаних результатів та їх практичне застосування.

У першому розділі наведено геолого-геофізичний огляд Побузького гірничорудного району та методику вивчення напружено-деформованого стану гірських порід. Приведено результати аналізу існуючих концепцій, методів і підходів.

У другому розділі розглянуто особливості внутрішньої будови зон розломів Українського щита важливі для структурної прив'язки рудопроявів досліджуваного району, методи дослідження структурно-текстурних елементів гірських порід, особливості комплексування структурно-парагенетичного методу тектонофізики і кінематичного методу тектонофізики.

У третьому розділі викладені матеріали польових тектонофізичних досліджень Основних зон розломів в межах Побузького гірничорудного району з якими пов'язані родовища і рудопрояви чорних, кольорових, рідкісних і благородних металів, – це Гайворонська, Заваллівська, Маньківська, Тальнівська, Молдовська, Довгопристанська, Ємилівська, і Первомайська а також Ятранський блок Голованівської шовної зони.

За результатами цих досліджень побудовано розломно-блокову схему району з якої видно, що в межах Гайворон-Заваллівської ділянки превалюють ортогональна і північно-східна системи розломів, а також субширотна і північно-східна орієнтація масивів гірських порід. Побудована схема суттєво відрізняється від виданої геологічної карти листа М-35-XXXVI іншим тлумаченням понять «розлом» і «зона розломів» та їх важливості для формування структури району досліджень та його рудоносності.

Центральною структурою Гайворон-Заваллівського району є Бандурівський гравітаційний максимум (один з найбільш інтенсивних в межах Українського щита), який деякими геологами розглядається як синклінорій, складений кристалосланцями основного складу. Але на думку автора це глибинна інтрузія базитів з мантійними коренями. Окрім цього, в роботі показано, що дана інтрузія розташовується у прямокутному блоці, обмеженому діагональною системою зон розломів – Берестягівською, Заваллівською, Березки-Чечельницькою, Могильнянською. Припускається, що цими зонами була утворена пулл-апарт структура, всередині якої земна кора була сильно послаблена, і в яку піднялася мантійна інтрузія, захопивши при цьому частки середньої кори, представлені зараз гнейсо-ендербітами гайворонського комплексу.

В геологічній літературі, присвяченій Гайворон-Заваллівському району, давно укорінилася назва «Заваллівська синкліналь», хоча її синклінальний характер постулювали не за структурною ознакою, з огляду на розвиток гнейсів, кристалічних сланців, кварцитів і кальцифірів. Проте немає ніяких структурних ознак, які б підтверджували центриклінальне падіння порід, наявність пологих шарнірів, симетрично розташованих однотипних порід на крилах. Всі породи мають субвертикальне падіння як в центрі, так і на крилах «синкліналі», а там, де повинна була б проходити її осьова лінія або осьова площина, не спостерігаються замки або перегини шарів. Водночас скрізь видно ознаки метасоматозу, динамометаморфізму і скарноутворення, спільну кристалізацію графіту і кварцу, тектонічні контакти між шарами, які відзначалися зсувні переміщення, розсланцювання, дроблення, мілонітизацію.

За тектонофізичними дослідженні встановлено, що Заваллівське графітове родовище розташоване всередині Заваллівської зони розломів, яка вміщує велику лінзу порід гідротермально-метасоматичного походження, перетворених в результаті регіонального метаморфізму, динамометаморфізму і гранітизації в гнейси, кристалосланці, мігматити, кварцити і магнезіальні скарни. Лінза утворилася при формуванні зони розломів, а остаточний процес її перетворення завершився ~ 1,91 млрд років тому.

В західній частині мегаблока досліджувалася центральна частина Голованівської шовної зони, яка є головною структурою Побузького гірничорудного району. Було складено структурно-петрофізичну і тектонофізичну основу центральної частини Голованівської шовної зони, на якій, на відміну від звичних геологічних карт, відображено практично всі геологічні тіла, що зображені на великомасштабних геофізичних (магнітних і гравітаційних) картах, геолого-петрофізичні таксони і структурно-кінематичні дані для поверхні докембрійського фундаменту регіону.

Результати тектонофізичного вивчення найбільш піднятого Ятранського блока Голованівської шовної зони показали, що верхня частина кристалічного фундаменту блока представлена субвертикальними або крутопадаючими на південний - захід комплексами гірських порід, які зазнали інтенсивних зсувних деформацій. Це має важливе значення при проведенні пошуково-розвідувальних робіт, оскільки південно-західні структури блока, що зображені на деяких геологічних картах як насувні, не встановлені у верхніх горизонтах, доступних вивченню в відслоненнях і бурінням, і можуть мати місце тільки в середній і нижній корі. За результатами вивчення напружено-деформованого стану земної кори блока показано, що найбільш ранні фази субмеридіонально-субширотного стиснення-розтягу Ятранського блока відбулися на неоархейському ємилівському (> 2,5 млрд років тому) етапі деформацій західної частини Українського щита.

У четвертому розділі розглянуті питання металогенії Побузького гірничорудного району, який представлений Голованівською шовною зоною та Гайворон-Заваллівською ділянкою. Їх об'єднує базальтоїдний тип земної кори, з котрим пов'язана і основна металогенічна спеціалізація. В межах рудного району на площі 7000 км² налічується 8 перспективних проявів і 3 родовища хрому, 17 проявів і 1 родовище заліза, 14 проявів і 1 родовище графіту. В межах гірничорудного району знаходиться одне родовище і велика кількість перспективних проявів золота, платиноїдів, рідкісноземельних елементів, ітрію, урану, марганцю, титану, вольфраму, міді, молібдену, апатиту, силіманіту, вермикуліту, первинного каоліну, мінеральних вод.

Центральна частина Голованівської шовної зони є основною частиною Побузького гірничорудного району. Вона пронизана мафіт-ультраміфітовими інтрузіями більше, ніж інші регіони Українського щита. Тут нараховується понад 100 серпентинітових масивів, багато з яких є родовищами силікатного нікелю. Достатньо багато (не менше 15) великих масивів метаультрабазитів і базитів капітанівсько-деренюхінського, залізорудно-метабазитового молдовського, а також метабазитового троянського комплексів, в парагенезисі з якими знаходяться залізисто-карбонатні рудні товщі і залістисті кварцити, хромітоносні перидотити. Окрім золота і нікелю, залізорудно-метабазитові масиви молдовського типу – Молдовський, Секретарський, Лащівський, Грушківський, Чемірпольський, Слюсарівський, Полянецький, Байбузівський, вивчені геологічно, і ще багато масивів, виділених тільки за геофізичними даними, представляють першочерговий інтерес і на легко збагачувальні залізні руди.

В роботі наводяться пошукові критерії, які пов'язані з розломною тектонікою, і які дещо деталізовані на основі досвіду тектонофізичних спостережень претендента.

ВИСНОВКИ

Проблему рудоносності різних ділянок земної кори зараз неможливо вирішувати без дослідження питань глибинної будови відповідних регіонів, зв'язку глибинних та поверхневих структур, природи фізико-хімічних процесів, які ведуть до проникнення рудної речовини на поверхню, правильного пояснення механізмів формування речовинного складу і структури кори. Особливо це стосується районів розвитку ранньодокембрійських комплексів гірських порід, до яких відноситься саме Побузький гірничорудний район.

Уперше було досліджені структурно-текстурні елементи та тріщинуватість гірських порід у басейні р. Південний Буг на ділянці Гайворон – Завалля. Переважна більшість гірських порід району характеризується структурно-текстурною анізотропією, поширенням численних зон політектонітів, для яких розраховано поле напружень: $\sigma_1 - 45^\circ$, $\sigma_3 - 315^\circ$. Отримане поле напружень

віднесено до західно-інгулецького ($\sigma_1 - 49^\circ$, $\sigma_3 - 319^\circ$) етапу розломоутворення (2,45 млрд років тому) Українського щита.

Досліджені Маньківська, Гайворонська та Заваллівська зони розломів, для яких визначені наступні поля тектонічних напружень:

Гайворонська зона розломів – 1 ($\sigma_1 - 30^\circ$, $\sigma_3 - 300^\circ$), 2 ($\sigma_1 - 312^\circ$, $\sigma_3 - 42^\circ$);

Заваллівська зона розломів – 1 ($\sigma_1 - 38^\circ$, $\sigma_3 - 308^\circ$), 2 - ($\sigma_1 - 323^\circ$, $\sigma_3 - 52^\circ$);

Маньківська зона розломів – 1 ($\sigma_1 - 20^\circ$, $\sigma_3 - 290^\circ$), 2 ($\sigma_1 - 200/23^\circ$, $\sigma_3 - 103/12^\circ$).

Широтна Гайворонська зона розломів і широтна зона сколювання Заваллівської зони розломів формувались в одному полі напружень, але з невеликою різницею в часі, через що підчас лівого зсуву головні осі напружень були повернуті на 8–11°.

Поле напружень, в якому формувалася Маньківська зона розломів, а також північно-східна зона сколювання Заваллівської зони, є новою для західної частини Українського щита, тому виділено новий, Маньківський етап розломоутворення, вік якого складає близько 2 млрд років.

Доведено, що Заваллівська структура не є синклінальною складкою, а лінзою порід гідротермально-метасоматичного походження, перетворених в результаті регіонального метаморфізму, динамометаморфізму і гранітизації в гнейси, кристалосланці, мігматити, кварцити і магнезіальні скарни.

Уперше тектонофізично досліджено Молдовську зону розломів яка була сформована протягом первомайського етапу розломоутворення (аз. простягання 345°).

Складено структурно-петрофізичну і тектонофізичну основу центральної частини Голованівської шовної зони, на якій відображено практично всі геологічні тіла, що зображені на крупномасштабних геофізичних (магнітних і гравітаційних) картах, геолого-петрофізичні таксони і структурно-кінематичні дані для поверхні докембрійського фундаменту регіону.

Результати тектонофізичного вивчення Ятранського блоку Голованівської шовної зони довели, що верхня частина кристалічного фундаменту блоку представлена субвертикальними або круто падаючими на південний захід комплексами гірських порід, що характеризуються яскравою структурно-

текстурною анізотропією і порушених численними зонами розвитку політектонітів. Це має важливе значення при проведенні пошуково-розвідувальних робіт, так як південно-західна-вергентна насувна структура блоку, зображувана на деяких геологічних картах, не відбивається на будові верхніх горизонтів земної кори, доступних вивченню у відслоненнях і буріннях, і може мати місце лише в середній і нижній корі.

Тектонофізичні дослідження із залученням геологічних даних дозволяють сформулювати ряд додаткових пошукових критеріїв на корисні копалини, а саме: 1) приуроченість до зон сколювання широтного простягання, 2) зв'язок з лінійними корами вивітрювання, в тому числі з їх «кишеннями», 3) можливість виявлення контрастних геохімічних аномалій чорних, рідкісних і благородних металів, рідкісних земель дозволила об'єднати ці особливості в серйозний пошуковий критерій на ці метали, рідкісні землі, а також графіт.

Розглянуто особливості внутрішньої будови і характер розвитку основних зон розломів ПГРР і показано, що між будовою зон розломів і проникненням в верхні шари земної кори рудної речовини існує прямий зв'язок. Піднімаючись по окремих розривах і не маючи можливості розповсюджуватися по латералі на великі відстані, рудна речовина концентрується на проникних ділянках в безпосередній близькості від зони розломів в межах деструктивних полів. Тому рудні райони і рудні поля в плані в більшості випадків збігаються з такими зонами. Найбільш перспективними є Тальнівська, Первомайська, Гайворонська, Завплівська, Берестягівська, Хмільницька, Маньківська, осьова мантійна зона ГШЗ, зони ортогональної системи та вузли перетину розломів.

Вивчення базитових масивів тарасівського типу Побузького гірничорудного району показало важливе пошукове значення структур їх кільцевого обрамлення, які мають метасоматичний генезис. Було встановлено приналежність до порід цих структур комплексних проявів титану, апатитів, сульфідів міді, молібдену, геохімічних аномалій рідкісних і рідкісноземельних елементів і відзначено їх пошукову перспективність.

Пошукові критерії на конкретні рудопрояви і родовища стосуються Апатит-фосфатних, титано-ільменітових, легко збагачувальних залізних руд, хрому, силікатного нікелю, золота та інших благородних металів, рідкіснометальних-рідкісноземельних елементів, графіту. До ділянок першочергового пошуку Апатит-фосфатних руд відноситься розломне обрамлення великих масивів базитового складу – Тарасівського, Троянського, Бандурівського, а титано-ільменітових руд – до порід апоноритового ряду цих масивів.

Впровадження результатів. Результати тектонофізичних досліджень Побузького гірничорудного району впроваджено до Державного підприємства «Українська геологічна компанія».

Основні положення роботи і результати досліджень опубліковані претендентом в 19 наукових працях (в т.ч. 16 публікаціях, які включено до міжнародних науко метричних баз Scopus та Web of Science). Згідно бази даних Web of Science загальна кількість посилань – складає 53, h-індекс (за роботою) = 5. Згідно бази даних Google Scholar загальна кількість посилань – складає 173, h-індекс (за роботою) = 8. Отримані результати частково увійшли до докторської дисертації претендента.

Доктор геологічних наук,
Старший науковий співробітник
Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна
НАН України

Мичак С.В.