

Відгук офіційного опонента
на дисертаційну роботу Стрельцова Віталія Олеговича
«Геологія покладів рибекітизованих магнетитових кварцитів
Криворізького басейну», поданої у формі рукопису на здобуття
наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.11
– геологія металевих і неметалевих корисних копалин

Представлена дисертаційна робота присвячена вивченню рибекітових апозалізорудних метасоматитів, які є поширеним різновидом бідних магнетитових руд низки родовищ Криворізького басейну, які розробляються гірничозбагачувальними комбінатами з метою виробництва залізорудного концентрату.

Дисертація повністю відповідає паспорту спеціальності, за якою вона представлена до захисту, що визначається такими напрямками досліджень: *спеціалізовані або комплексні дослідження геологічної будови родовищ металевих і неметалевих корисних копалин; речовинний (мінеральний, хімічний) склад руд; спеціалізовані геолого-генетичні дослідження (польові, лабораторні) з геології, мінералогії, геохімії родовищ металів та їх сполук, дослідження речовинного складу, текстур і структур руд; мінералогічні, геохімічні, геолого-промислові класифікації руд; експериментальні дослідження геолого-технологічних властивостей мінералів і руд природних родовищ; спеціалізоване та загальне металогенічне картування рудних полів і родовищ; геолого-мінералогічне (топомінералогічне), структурно-геологічне картування родовищ та прогнозування рудних покладів та ін.*

Актуальність теми досліджень не визиває сумнівів і обумовлена потребою розвитку і переоцінки мінерально-сировинної бази існуючих залізорудних родовищ Криворізького басейну, уточнення існуючих уявлень про вплив геологічних показників і процесів на збагачуваність руд.

Дисертаційну роботу виконано у відповідності з Регіональною науковою програмою дослідження мінерально-сировинної бази Криворізького залізорудного басейну, яку виконує Криворізький національний університет спільно з ГЗК Кривбасу. Дослідження були складовою частиною Програми науково-практичної співпраці кафедри геології і прикладної мінералогії КНУ та геологічних служб Північного, Інгулецького ГЗКів.

Основними завданнями досліджень автора були:

1) проведення геологічних спостережень локалізації, морфології, зональності метасоматичних тіл Первомайського родовища, обраного в якості пріоритетного об'єкту досліджень; 2) визначення закономірностей зміни мінерального, хімічного складу, структури, текстури магнетитових кварцитів у зв'язку з рибекітизацією; 3) дослідження рудоутворювальних і другорядних мінералів рибекітових метасоматитів як компонентів залізорудної сировини; 4) геологічна оцінка впливу метасоматичних перетворень магнетитових кварцитів на показники, які впливають на їх технологічні параметри; 5) експериментальні геолого-технологічні дослідження різною мірою рибекітизованих бідних магнетитових руд з

метою визначення впливу метасоматозу на їх збагачуваність; 6) узагальнення отриманих даних і актуалізація геолого-технологічної класифікації руд Первомайського родовища.

Для вирішення такого спектру завдань автор використав численні методи: польові, картувальні, літологічні, геохімічні (повний та скорочений хімічний аналіз, фазовий аналіз заліза); мінералого-петрографічні з залученням електронномікроскопічних та мікрозондових методів, експериментальні технологічні, методи математичної статистики, допоміжні методи макро- та мікрофотозйомки, комп'ютерної обробки цифрових і графічних даних тощо.

Наукова новизна отриманих результатів сформульована в 4 пунктах, в яких отримані автором результати по новому розкривають і суттєво доповнюють уявлення про склад та умови формування рибекітизованих магнетитових кварцитів Криворізького басейну. Вона полягає в наступному.

1) уперше встановлені кількісні співвідношення мінеральних різновидів натрієвих метасоматитів у складі їх тіл, що входять до продуктивних товщ залізородних родовищ Кривбасу: рибекітові – 91% від загальної маси тіл; егіринові – 8%; альбітові – 1%;

2) уперше встановлені закономірності зміни складу, фізичних, технологічних властивостей рибекітизованих магнетитових кварцитів, виявлені три підзони в будові зон рибекітизації магнетитових кварцитів (в напрямку посилення інтенсивності метасоматозу): слабо рибекітизованих магнетитових кварцитів, рибекіт-магнетитових кварцитів, магнетит-рибекітових метасоматитів (рибекітитів);

3) доведено, що рибекітизація супроводжувалась спрямованим спрощенням мінерального складу руд: заміщенням полімінеральних асоціацій магнетитових кварцитів бімінеральною (рибекіт+магнетит) асоціацією магнетит-рибекітових метасоматитів;

4) уперше показано контраверсійність впливу рибекітизації на збагачуваність руд: зменшення показника виходу концентрату в середньому з 52,82 до 40,27% і зростання вмісту заліза в складі кінцевого корисного продукту – концентрату – з 66,87 до 68,97 мас.%.

Обґрунтованість та достовірність положень наукової новизни і висновків забезпечується:

1) значним обсягом фактологічного матеріалу (відібрано і досліджено 247 проб рибекітизованих магнетитових кварцитів і їх метасоматично незмінених різновидів, виготовлено і досліджено понад 600 прозорих і полірованих шліфів, виконано 150 хімічних та фазових аналізів) 2) комплексністю використання різних методів вивчення (геолого-структурні, мінералого-петрографічні, геохімічні, статистичні; 3) проаналізованими й теоретично узагальненими даними попередників; 4) ретельністю проведених досліджень на всіх стадіях підготовчих, лабораторних і камеральних робіт.

Зазначене й дозволяє стверджувати про добру обґрунтованість і достовірність положень наукової новизни і висновків.

Науково-практичне значення одержаних результатів. Наукове значення роботи полягає у встановленні закономірностей зональної будови тіл рибекітизованих магнетитових кварцитів, виявлення характеру варіативності їх мінерального та хімічного складу та збагачуваності у відповідності з геологічною зональністю.

Практичне значення одержаних результатів полягає в: уточненні даних про локалізацію та морфологію тіл рибекітизованих магнетитових кварцитів, встановленні закономірностей зміни технологічних показників магнетитових руд в залежності від інтенсивності їх метасоматичних перетворень, розробці актуалізованої геолого-технологічної класифікації руд Первомайського родовища.

Результати геологічних досліджень, висновки та практичні рекомендації автора дисертації впроваджені у виробництво на Північному (акт впровадження №5541/19 від 04.10.2019 р.) та Інгулецькому (акт впровадження №17/6694 від 31.07.2019 р.) ГЗК

Загальна характеристика роботи

Стан проблеми, результати виконання поставлених автором завдань та отримані автором нові наукові дані висвітлені у вступі, 7 розділах дисертації та висновках.

У першому розділі «Геологічний нарис Криворізького басейну» розглянуто загальні уявлення щодо геологічної будови району робіт. Розглянуті стратиграфія, тектоніка, магматизм, метаморфізм, гідротермальні явища, гіпергенез – головні геологічні процеси які визначили сучасну будову залізородних та вмісних товщ, склад руд і гірських порід Криворізької структури.

Зауваження до розділу:

1. Загальний геологічний нарис району робіт з точки зору опонента наведено дуже стисло, з суттєвими неточностями.

2. Необхідно було навести крім оглядової геологічної схеми району робіт, загальну стратиграфічну колонку докембрійських утворень.

3. В розділі багато термінологічних та змістових неточностей, а саме:

Використання вислову «**різновікових** мегаблоків» (Кіровоградського, та Середньопридніпровського) (стор. 33) є не зовсім коректним. Коректніше говорити про мегаблоки з різною геологічною історією.

Сама назва Кіровоградського мегаблоку на теперішній час є застарілою; тепер використовують назву Інгульський мегаблок.

Простягання Криворізько-Кременчуцького глибинного розлому є не північно-східне, а субмеридіональне північ-північно-східне.

Район робіт територіально відноситься до крайової зони Середньопридніпровського мегаблоку, а не до межі його з Кіровоградським мегаблоком.

Зауваження до підрозділу «стратиграфія». Не використано сучасні зміни до стратиграфічної шкали Кривбасу та Середнього Придніпров'я;

немає зовсім посилань, які підтверджують вік стратонів, та їх стратиграфічний статус і стратиграфічне положення:

- наскільки відомо опоненту, в аульській серії немає залізистих кварцитів (с. 37);

- на с. 37 вказано, що товща метаморфічних порід Кривбасу залягає в тому числі на поверхні метаморфічних порід аульської серії, однак не вказано де саме. Наскільки відомо опоненту, ніде в Кривбасі не відомі випадки залягання саме на породах аульської серії.

- с. 37 вказано вік порід конкської серії 2825-2615 млн років без посилань, адже загально прийнятим є інший вік.

- новокриворізьку світу рішенням Стратиграфічного комітету України (2015 р) переведено з палеопротерозою в мезо-неоархей і віднесено до складу конкської серії, тому розгляд її в складі протерозою і криворізької серії є застарілим.

- породи глеюватської світи дисертантом віднесено до середнього протерозою без ніяких обґрунтувань і відповідних посилань. Палеопротерозойський вік глеюватської світи ще ніхто не відміняв, він підтверджений останніми роботами (Шумлянський, Артеменко, Беккер, 2018).

- вік новокриворізької світи за найбільш достовірними і обґрунтованими даними – 3000 млн років (Степанюк і ін., 2010-2013), а не 2600 млн р.

- присутність метаконгломератів в складі верхньої (талькової) підсвіти скелюватської світи на даний час не є доказаним, тому їх наводити як складову частину підсвіти не коректно.

- вилучення талькової підсвіти зі складу скелюватської світи в якості самостійної інгулецької світи наведено без посилань, на даний час не є загально визнаним.

- загальна потужність гданцевської і глесватської світ, яка оцінена на стор. 41 в 10 км, є на думку опонента, суттєво завищеною, принаймні в 2 рази.

Зауваження до підрозділу 1.4 Ендогенні утворення.

- на стор. 48 – некоректний вислів: «метаультрабазити, які складають верхню підсвіту скелюватської світи, представлені тальк-вмісними сланцями – продуктом динамотермального метаморфізму толеїтів і толеїтових базальтів». Метатолеїти це породи основного складу і вони не можуть бути метаультрабазитами.

- в одному випадку автор використовує назву «дніпропетровський плагіогранитоїдний комплекс» (с. 48), в іншому – «дніпровський комплекс» (с. 55).

В другому розділі «Літературний огляд» узагальнені та проаналізовані результати понад 275 попередніх робіт авторів, які досліджували геологію метасоматичних утворень залізисто-кремнистої формації родовищ Криворізького басейну та аналогічних родовищ інших регіонів. Проаналізовано чотири головні гіпотези щодо генезису натрієвих метасоматитів у залізистих кварцитах палеопротерозою, в тому числі за

даними англомовних авторів: 1) гіпотеза гідротермально-метасоматичного утворення в зв'язку з проявом постметаморфічного магматизму; 2) гіпотеза метаморфічного походження; 3) гіпотеза глибинного частково ювенільного походження натрій-вмісних флюїдів; 4) гіпотеза конвергентності натрієвих метасоматитів. Дисертант справедливо, на думку рецензента, вважає, що походження рибекіт- і егіринвмісних порід має полігенну природу, за рахунок різних, в тому числі поліхронних процесів.

Зауважень до розділу немає.

В третьому розділі «Вихідний матеріал і методика досліджень» автор наводить дані про геологічний матеріал, на якому базується дисертаційна робота, показано розташування точок опробування, описано використані методики лабораторної обробки та методи аналізу геологічного матеріалу. Рецензент відзначає, що ступень забезпечення фактичним матеріалом і проведені методики досліджень є цілком достатніми для аргументації висновків роботи. Геологічні спостереження та опробування окремих метасоматичних тіл були виконані у забоях кар'єрів, якими розробляються Первомайське, Ганнівське, Інгулецьке, Петрівське, Артемівське, Глеюватське, Валявкінське родовища Криворізького басейну. Але основний об'єм робіт був виконаний для Первомайського родовища, обраного в якості пріоритетного, оскільки залізрудні рибекітові метасоматити складають близько половини об'єму його продуктивної товщі.

Зауважень до розділу немає.

В четвертому розділі «Геологічна позиція тіл рибекітових метасоматитів» наведені дані про закономірності поширення натрієвих метасоматитів у продуктивних товщах 14 родовищ Кривбасу. Рецензент відзначає велике значення наведених нових кількісних розрахунків поширення метасоматитів і авторство у цьому питанні дисертанта, однак для порівняння треба було б надати попередні розрахунки В.Д.Євтехова. Також неясно за якою методикою велись ці розрахунки співвідношень між різновидами метасоматитів в різних районах Кривбасу. Треба було б навести окремою графою, де дані суто авторські, а де за аналізом літератури.

Дисертант також наводить дуже важливі дані щодо локалізації метасоматитів в межах стратиграфічних горизонтів і літологічних типів порід. Максимальним поширенням рибекітових метасоматитів характеризуються п'ятий і шостий залізисті горизонти, які складають продуктивну залізрудну товщу родовища. Цим дисертант уточнює і підтверджує попередні дані В.Д.Євтехова та ін. Однак, на думку рецензента, причини такої "приуроченості" розкрито недостатньо. Автор пов'язує це явище з первинним високо залізистим хімічним складом магнетитових кварцитів, оптимальним для активного прояву натрієвого метасоматозу. На думку рецензента, поширення тіл метасоматитів в межах п'ятого і шостого залізистих горизонтів може бути також пов'язане з їхніми фізичними властивостями – здібністю до крихких розривів або пластичних деформацій. Багаті залізисті кварцити в порівнянні зі сланцями є породами більш компетентними для крихких розривів, отже більш сприятливими для

локалізації тіл метасоматитів, пов'язаних з тріщинуватістю і кліважем. На жаль ці питання зв'язку фізичних властивостей порід (і цілих горизонтів) з локалізацією метасоматитів в роботі не актуалізовано. Можна було б провести також структурно-тектоніфізичні дослідження просторової орієнтації тіл метасоматитів і дослідити зв'язок з певними тектоніфізичними напрямками розломів і тріщин. Це б дало додаткові нові критерії локалізації тіл метасоматитів.

В п'ятому розділі «Зональність тіл рибекітових метасоматитів Первомайського родовища» автор дослідив деталі мінеральної та хімічної зональності тіл рибекітових метасоматитів у різних за геологічними особливостями проявах: у однорідних за мінеральним складом верствах центральних частин залістистих горизонтів, у більш варіативних за складом верствах магнетитових кварцитів приконтартових частин горизонтів, у тілах крупноглибових тектонічних брекчій. Автором на базі кількісних підрахунків мінерального складу порід в шліфах визначені напрямленість та характер мінеральних перетворень по підзонах метасоматичної колонки. Паралельно вивчались зміни хімічного складу порід (повний фазовий аналіз на залізо, та повний силікатний хімічний аналіз). Результати цих досліджень мають фундаментальне значення для вирішення низки теоретичних питань метасоматозу, а також важливе значення для геологічного, технологічного картування родовищ, уточнення геолого-технологічної класифікації руд, оптимізації технологій їх видобутку, усереднення перед дробленням і подрібненням та збагаченням.

За даними повного фазового аналізу заліза автором уточнено головну тенденцію під час метасоматозу – зміну фазового складу заліза за рахунок суттєвого зменшення магнетитового і гематитового заліза і збільшення силікатного заліза. При цьому загальний вміст заліза зростає дуже незначно, на думку рецензента це зростання знаходиться в межах статистичної похибки. В якості зауваження, слід було б надати параметри середнього квадратичного відхилення для компонентів.

Якоюсь мірою дані фазового аналізу заліза корегують з результатами повного силікатного та кількісно-мінералогічного аналізів. На думку рецензента ці співставлення можна було б розглянути більш детально, з розрахунками балансу компонентів під час метасоматозу. Але все ж такі головні тенденції мінеральних і хімічних змін автором позначені чітко, і це є беззаперечним плюсом роботи.

В шостому розділі «Варіативність властивостей рудоутворювальних мінералів залізородних рибекітових метасоматитів» наведено результати визначення особливостей морфології, анатомії індивідів і агрегатів рудоутворювальних мінералів в процесі наростаючої рибекітизації. Автор дисертації детально дослідив варіативність мінералогічних показників магнетиту, оскільки вони визначальним чином впливають на збагачуваність метасоматично перетворених магнетитових руд. Результати дослідження автора виявили важливу тенденцію, яка полягає в укрупненні розміру кристалів магнетиту, вдосконаленні їх морфології (ідіоморфізму) і

зменшення кількості пойкилобластів включень під час наростаючої рибекітизації. Всі ці зміни позитивно впливають на підготовку руди до збагачення. Закономірна варіативність морфології та анатомії індивідів і агрегатів у зв'язку з рибекітизацією магнетитових кварцитів виявлена також і для інших мінералів.

Рецензент відзначає ретельність і детальність петрографічних, електронномікроскопічних і мікрозондових досліджень автора, ілюстративність наведених фотографій. Беззаперечним здобутком автора є вперше проаналізована мікрозондовим методом хімічна зональність кристалів рибекіту, яка розкриває тонкі геохімічні особливості метасоматичного процесу рибекітизації.

Зауваження :

– вислів "гранулометричний склад"(с.111) не зовсім вдалий по відношенню до метасоматичного бластованного магнетиту, краще використовувати просто "розмір зерен"

В останньому сьомому розділі «Вплив рибекітизації на якісні показники та збагачуваність бідних магнетитових руд» розглянуто результати геолого-технологічних досліджень збагачуваності первинних магнетитових кварцитів і їх різною мірою рибекітизованих різновидів.

Автор дисертації виконав серію коректних геолого-технологічних експериментів за технологічною схемою збагачувальної фабрики Північного ГЗКу: 1) дроблення; 2) подрібнення і збагачення. Проаналізовано зміни технологічних параметрів руд, таких як : β – вміст заліза в складі одержаного концентрату, мас.%; γ – вихід концентрату, %; ε – вилучення заліза до концентрату, %; ϑ – вміст заліза в складі відходів збагачення (хвостів), мас.%; $\vartheta_{\text{магн.}}$ – вміст у відходах збагачення заліза, яке входить до складу магнетиту, мас.%. За результатами цих досліджень зроблено висновок, що процес рибекітизації мав як позитивний, так і негативний вплив на збагачуваність рибекітових метасоматитів. Але оскільки головним показником ефективності збагачувального процесу є загальний вміст заліза *в складі концентрату*, то за цим параметром рибекітовий метасоматоз сприяв покращенню бідних магнетитових руд, як первинної сировини для виробництва високоякісного залізорудного концентрату.

Важливою частиною роботи з точки зору практичного використання є наведені в підрозділі 7.4 дані стосовно удосконалення та актуалізації технологічної класифікація бідних магнетитових руд Первомайського родовища. Результати цих досліджень впроваджені у виробництво на Північному та Інгулецькому гірничозбагачувальних комбінатах.

Таким чином, наведений вище короткий огляд змісту роботи свідчить про достатню повноту викладення в ній результатів досліджень і обґрунтованість висновків.

Представлені зауваження в цілому не знижують високий науковий рівень виконаних досліджень.

Оформлення дисертації і автореферату відповідає вимогам МОН України; стиль викладення матеріалу і результатів чіткий, зрозумілий, коректний, науково грамотний.

Зміст автореферату дисертації Стрельцова В.О. відповідає змісту основних положень дисертації.

Результати досліджень автора в повній мірі викладені в 26 наукових працях (9 статей та 17 тез доповідей). 6 статей видано у наукових періодичних фахових виданнях України, з них 4 включені до міжнародних наукометричних баз. Результати дисертаційної роботи апробовані на 16 наукових конференціях.

Результати роботи впроваджено у виробництво на Північному (акт впровадження №5541/19 від 04.10.2019 р.) та Інгулецькому (акт впровадження №17/6694 від 31.07.2019 р.) ГЗК.

Все це дає основу стверджувати, що Стрельцов Віталій Олегович є високоосвіченим фахівцем в питаннях метасоматозу залізорудних родовищ докембрію та застосуванні їх для вирішення технологічних завдань оптимального видобутку руд; наукова кваліфікація здобувача повністю відповідає науковому ступеню кандидата геологічних наук.

Заключний висновок

Дисертація Стрельцова Віталія Олеговича є завершеною самостійною науковою працею, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати щодо поширення, локалізації, зональної будови, геохімії, мінералогії, технологічних властивостей тіл рибекітових метасоматитів Криворізького залізорудного басейну, які є важливою сировиною для одержання залізорудного концентрату. Дисертація Стрельцова В.О. відповідає вимогам "Порядку присудження наукових ступенів", затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 (зі змінами) та іншим нормативним документам Міністерства науки і освіти України до кандидатських дисертацій, а її автор – Стрельцов Віталій Олегович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.11 – геологія металевих і неметалевих корисних копалин.

Офіційний опонент

доктор геологічних наук, старший науковий співробітник,
проф. наук. співробітник ДУ "ІГНС НАН України"..... В.В.Покалюк

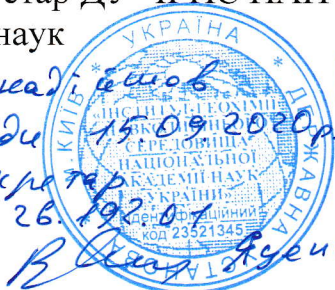
В.В.Покалюк
15.09.2020

Підпис В.В.Покалюка засвідчую:

учений секретар ДУ "ІГНС НАН України"

канд. техн. наук

*Відгук кадра
до спецради
вчений секретар
спецради д 26.10.2020*



Ю.В. Литвиненко

В.В.Покалюк
В.В.Покалюк В.Г.