

ПРОСТОРОВИЙ РОЗПОДІЛ ІЛЬМЕНІТУ Й АПАТИТУ У КРИСТАЛІЧНИХ ПОРОДАХ ФУНДАМЕНТУ ТА КОРИ ВИВІТРЮВАННЯ ТОРЧИНСЬКОГО РОДОВИЩА

Любов Фігура, Мирон Ковальчук

*Інститут геологічних наук Національної академії наук України,
вул. Олесь Гончара, 55-б, Київ, Україна, 01601
e-mail: liuba_figura@ukr.net; kms1964@ukr.net*

Подано загальні відомості про геологічну будову Торчинського родовища елювіальних апатит-ільменітових руд, яке розташоване в межах Коростенського плутону Волинського мегаблоку Українського щита. У межах родовища різні петротипи порід кристалічного фундаменту та їхня кора вивітрювання містять ільменіт і апатит у значній кількості. Кора вивітрювання має зональну будову і представлена зоною дезінтеграції та вилугування; зоною початкового гідролізу (каолініт-гідрослюди́ста); зоною кінцевого гідролізу (каолінітова). На основі аналізу й узагальнення виробничих звітів створена цільова атрибутивна база даних (координати свердловин, їх опис і результати опробування), на основі якої досліджено просторовий (латеральний) розподіл середнього вмісту (кг/т) ільменіту й апатиту у кристалічних породах фундаменту, у корі вивітрювання та різних зонах елювію зокрема. Досліджено напрям і силу кореляційних зв'язків між середнім вмістом мінералів в габро-норитах і різних зонах кори вивітрювання. Досліджено розподіл вмісту ільменіту й апатиту в різних зонах кори вивітрювання за вертикальним перетином свердловин, напрям і силу кореляційних зв'язків між мінералами. Досліджено напрям і силу кореляційних зв'язків середнього вмісту ільменіту, апатиту між різними зонами елювію. Створено відповідні картографічні побудови, які відображають латеральний розподіл середнього вмісту ільменіту й апатиту у кристалічних породах фундаменту, у корі вивітрювання та її зонах, а також вертикальний розподіл вмісту цих мінералів у свердловинах. У межах родовища нами обрано три поздовжні та два поперечні профілі, за якими досліджено зміну потужності кори вивітрювання та середнього вмісту ільменіту й апатиту. З'ясовано, що в межах родовища та за дослідженими профілями потужність кори вивітрювання та середній вміст мінералів характеризуються значними контрастами. Установлено, що латеральний розподіл середнього вмісту ільменіту й апатиту має прямий або обернений кореляційний зв'язок із потужністю елювію. З'ясовано, що латеральний і вертикальний розподіл вмісту ільменіту й апатиту в корі вивітрювання визначається геологічною будовою порід кристалічного фундаменту, їхньою рудоносністю та різним ступенем ерозійного зрізу елювію.

Ключові слова: Коростенський плутон, Торчинське родовище, кристалічні породи фундаменту, елювій, ільменіт, апатит, просторовий розподіл.

Постановка проблеми. Титан належить до критичної і стратегічної мінеральної сировини [3; 6]. Україна володіє найбільшими в Європі запасами та ресурсами титану і входить до десятки провідних країн світу за обсягами розвіданих запасів руд титану, забезпечує понад 6% їх світового видобутку [5; 6]. Державним балансом запасів корисних копалин України обліковано 27 родовищ і понад 30 рудопроявів різного ступеня вивченості. Основним титановмісним мінералом є ільменіт [3]. Запаси титанових руд, зосереджені в корінних, елювіальних (мезозой-кайнозойських) і розсипних (континентальних і узбережно-морських) родовищах і рудопроявах: середня юра-нижньокрейдових

(нерозчленованих), нижньокрейдових (апт-альб), палеогенових (середній еоцен), неогенових (міоценових), четвертинних. У промисловій експлуатації перебувають лише розсипні родовища, які локалізуються в різновікових (від нижньокрейдових до неогенових) різнофаціальних (алювіальних, узбережно-морських) відкладах мезозой-кайнозою, які залягають близько від поверхні, їх експлуатація є економічно доцільною [4]. Елювіальні розсипи розробляються лише частково під час розроблення розсипних родовищ, у разі залягання продуктивних відкладів на корі вивітрювання материнських ільменітовмісних кристалічних порід фундаменту [4]. Незважаючи на це, родовища титану в корах вивітрювання кристалічних порід основного-ультраосновного складу (Стремигородське, Торчинське, Кропивнянське, Давидківське, Валки-Гацківське, Межирічне, Лемненське, Бірзулівське й інші) є важливим джерелом нарощування мінерально-сировинної бази титану України [1; 5]. Уміст ільменіту сягає декількох сотень кілограмів на метр кубічний елювію. Супутнім компонентом цих родовищ титану в корі вивітрювання є апатит, який міститься у значній кількості як у материнських кристалічних породах фундаменту, так і в їхній корі вивітрювання. Зокрема, у межах Коростенського плутону локалізовано низку магматичних апатит-ільменітових і апатит-титаномагнетит-ільменітових родовищ і рудопроявів апатиту, найвідомішими серед яких є Стремигородське, Федорівське і Торчинське [2]. У межах Торчинського родовища протягом геологічної історії розвитку регіону утворилася різночасова і різногенетична апатит-ільменітова рудна система, яка охоплює магматичні петротипи порід основного складу та їх кору вивітрювання. Дослідження просторового поширення ільменіту й апатиту в різних петротипах порід цієї системи є актуальним, оскільки родовище готується до розробки.

Аналіз досліджень. Титанова спеціалізація кори вивітрювання Торчинського родовища була встановлена в 1965 р. під час пошуків сульфідно-нікелевого зруденіння в породах основного складу. У 1971 р. під керівництвом О.І. Тімощенко проведено тематичні геолого-геофізичні дослідження з метою підвищення ефективності геолого-розвідувальних робіт у межах Торчинського родовища. Протягом 1970–1972 рр. під керівництвом Г.П. Проскуріна проведено попередню розвідку Торчинського родовища. За результатами попередньої розвідки підраховано запаси ільменіту за категоріями C_1 і C_2 , обґрунтовано перспективність родовища, встановлено ільменітоносність порід фундаменту на глибину понад 200 м. Співробітниками Інституту мінеральних ресурсів (Сімферополь) під керівництвом В.І. Коваленко розроблено (1974 р.) раціональну технологію збагачення каолінових відходів Торчинського залишкового родовища з метою комплексного використання їх у різних галузях промисловості. Колективом науковців цього ж інституту в 1978 р. розроблено технологію доводки чорнових ільменітових концентратів електричною сепарацією щільних і пухких руд родовища. Дослідження речовинного складу кори вивітрювання Торчинського родовища проведено на геологічному факультеті Львівського національного університету імені І. Франка Ю.М. Мельником (1976 р.). У Науково-дослідному інституті будівельних матеріалів та виробів у 1980 р. проведено лабораторні дослідження глин і збагаченого піску Торчинського родовища. Роботами під керівництвом С.К. Швайберова зі співавторами в 1970–1984 рр. проведено детальну розвідку Торчинського родовища апатит-ільменітових руд і здійснено підрахунок запасів станом на 1 серпня 1984 р. У 2016 р. О.В. Яременко дослідила геологічні умови формування та розроблення Торчинського родовища [7], які потім висвітлила в дисертаційній роботі на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук [8].

Поза увагою проведених досліджень залишилися дослідження просторового розподілу вмісту апатиту й ільменіту в незмінених породах кристалічного фундаменту та різних зонах кори вивітрювання.

Мета. Дослідити просторовий розподіл вмісту ільменіту й апатиту у кристалічних породах фундаменту та різних зонах кори вивітрювання Торчинського апатит-ільменітового родовища.

Об'єкти та методи досліджень. Об'єктом дослідження є Торчинське апатит-ільменітове родовище. Предметом дослідження є просторове поширення вмісту апатиту й ільменіту у кристалічних породах фундаменту та їх кори вивітрювання. Фактичним матеріалом для дослідження та створення атрибутивної бази даних (координати, опис, результати опробування свердловин) були виробничі звіти (М.В. Бібик, «Проект попередньої розвідки Торчинського залишкового родовища ільменіту на 1970–1972 рр.»; Г.П. Проскурін, Л.І. Кошик, В.Ф. Проскуріна, «Звіт про результати попередньої розвідки Торчинського родовища титану в Житомирській області УРСР, проведеної Житомирською геологічною експедицією в 1970–1972 рр.»; С.К. Швайберов, Л.П. Фещенко, Г.М. Глухова та інші, «Торчинське апатит-ільменітове родовище. Звіт про результати детальної розвідки, проведеної в 1970–1984 рр. у Житомирській області УРСР (підрахунок запасів за станом на 1 серпня 1984 р.)»). Картографічні побудови здійснено у програмному забезпеченні *Inscapе, Golden Software Surfer, Golden Strater*. Для картографічних побудов залучено дані 433 свердловин, що розкрили гіпергенно незмінені габро-норити, і 2 486 свердловин, що розкрили кору вивітрювання порід кристалічного фундаменту. Напря́м і силу кореляційних зв'язків між ільменітом і апатитом досліджено в *Microsoft Excel*.

Виклад основного матеріалу. Торчинське апатит-ільменітове родовище розташоване в межах Коростенського плутону, у південно-східній частині Володарськ-Волинського масиву порід основного складу і локалізоване в корі вивітрювання габроїдів, які представлені розшарованими тілами габро-норитів. У геологічній будові Торчинського елювіального родовища апатит-ільменітових руд, за даними С.К. Швайберова зі співавторами, беруть участь кристалічні породи фундаменту нижнього протерозою, мезозой-кайнозойська кора вивітрювання порід кристалічного фундаменту й осадові відклади кайнозою (рис. 1). Із заходу, південного заходу та південного сходу габро-норити контактують із габро-анортозитами, у яких апатит та ільменіт присутні в незначній кількості. У межах приконтактової зони габро-норити вміщують ксеноліти габро-анортозитів. На сході габро-норити контактують із гранітами рапаківі.

У складі габро-норитів наявні плагіоклази, піроксени, олівін, біотит, калієвий польовий шпат, апатит тощо. Рудні мінерали представлені ільменітом, титаномагнетитом, магнетитом, піротином, піритом, халькопіритом, пентландитом. Вміст TiO_2 в габро-норитах 1,2–5,2%. За речовинним складом, структурними особливостями та фізичними властивостями геологічне тіло габро-норитів поділяється на три частини [1]. За даними С.К. Швайберова зі співавторами, верхня частина представлена калійшпатовими габро-норитами, середня – мезократовими габро-норитами потужністю до 60 м, нижня – світло-сірими дрібнозернистими лейкократовими габро-норитами потужністю до 150 м. Безпосередньо на родовищі ерозійним зрізом розкриті середня і нижня частини тіла габроїдів. Мезократові габро-норити за речовинним складом поділяються на два горизонти: верхній – збагачений титано-магнетитом, нижній – збагачений ільменітом. Ця особливість мінерального складу порід фундаменту продовжується в корі вивітрювання, що зумовило різне збагачення елювію ільменітом у межах різних частин родовища. Зокрема, як зазначає С.К. Швайберов зі співавторами, у межах західної частини родовища, де поширений нижній горизонт мезократових габро-норитів, вміст ільменіту в корі вивітрювання перевищує 100 кг/м^3 , натомість у межах східної частини родовища, де поширений горизонт габро-норитів, збагачених титано-магнетитом, та незначні за розміром тіла гранітів, вміст ільменіту досягає 70 кг/м^3 . За даними виробничих звітів, ільменіт і титаномагнетит трапляються в породах

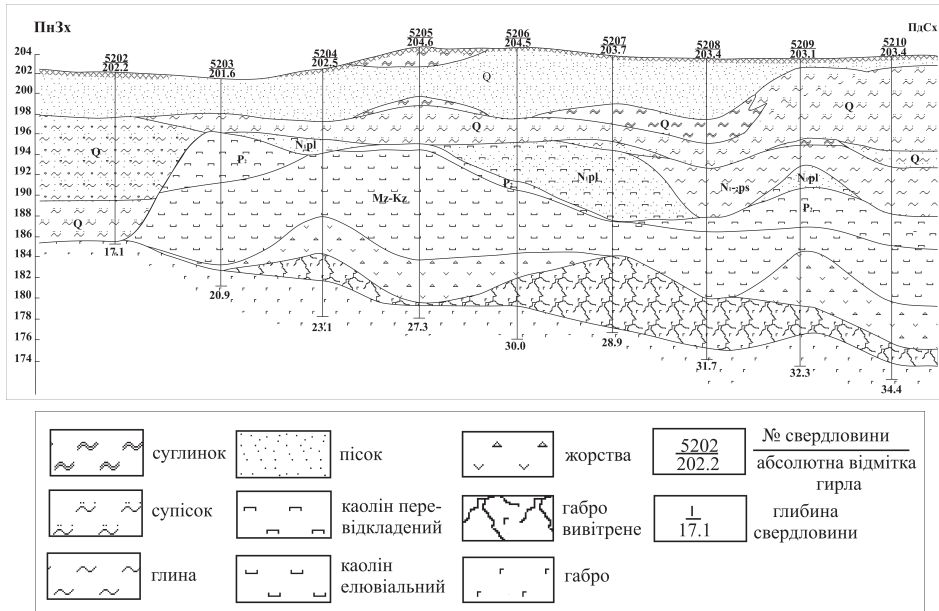


Рис. 1. Типовий геологічний розріз Торчинського родовища (побудований за даними С.К. Швайберова, 1985 р.)

у вигляді окремих зерен різної форми, у вигляді вrostків у клінопіроксені (калійшпатові габро-норити), мірмекітових зrostків із темноколірними мінералами (габро-анортозити), включень в силікатах, продуктів розпаду твердого розчину магнетиту в ільменіті й ільменіті в титаномagnetиті. Розмір зерен ільменіту від 0,2 мм до 2,0 см і збільшується від мезократових габро-норитів до калійшпатових габро-норитів і габро-анортозитів, у яких він має найбільші розміри. У зонах тріщинуватості порід ільменіт частково лейкоксенований. Розмір зерен титаномagnetиту збільшується в напрямку до крупнозернистих лейкокатових габро-норитів, габро-анортозитів і пегматоїдного габро. За даними геологічних звітів, найбільші вмісти апатиту притаманні мезократовим габро-норитам, де він представлений двома генераціями. Ранній апатит має незначні розміри зерен і кристалографічну огранку, натомість пізній – товстотаблитчастий і більших розмірів. За хімічним складом апатит належить до фторapatиту і містить до 0,89% рідкісноземельних елементів.

Протягом середньої юри-нижньої крейди породи кристалічного фундаменту зазнали вивітрювання, у результаті чого утворилася апатит-ільменітова кора вивітрювання, яка є продуктивним пластом Торчинського апатит-ільменітового елювіального родовища. Кора вивітрювання має зональну будову (знизу вгору): зона дезінтеграції та вилуговування; зона початкового гідролізу (каолініт-гідролудиста); зона кінцевого гідролізу (каолінітова). Переходи між зонами поступові.

Нами простежено латеральну зміну вмісту ільменіту й апатиту в напрямку від незмінених порід до різних зон кори вивітрювання.

У незмінених габро-норитах середній вміст ільменіту 22,4–142,5 кг/т; апатиту – 0,4–53,5 кг/т. Просторово ореоли поширення підвищеного середнього вмісту мінералів притаманні північно-західній частині родовища і просторово майже не збігаються (рис. 2).

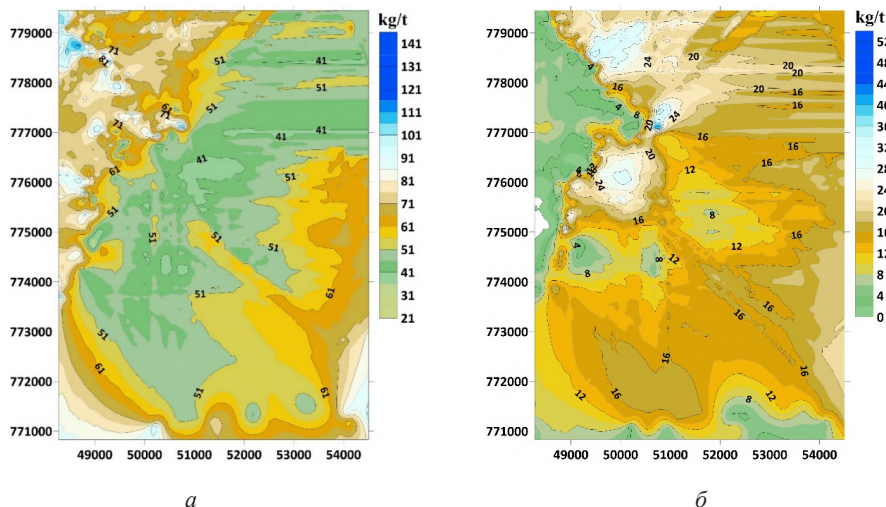


Рис. 2. Просторовий розподіл середнього вмісту (кг/т) ільменіту (а) й апатиту (б) у незмінених габро-норитах

За допомогою кореляційного аналізу з'ясовано, що кореляційний зв'язок між середнім вмістом ільменіту й апатиту в незміненому габро-нориті є оберненим дуже слабким ($-0,14$).

Потужність зони дезінтеграції та вилюговування 0,1–24,3 м. Породи зони тріщинуваті, представлені уламками та жорсткою материнських порід. Серед гіпергенних мінералів присутні гідрослюда, серицит, каолінит, хлорит. Вміст глинистих мінералів – 10–20%. Значна частина ільменіту й апатиту міститься в уламках гірських порід і у зростках із породоутворювальними мінералами. Вміст ільменіту у свердловинах змінюється від 1,8 до 253,4 кг/т; апатиту – від 0,10 до 58,8 кг/т. Просторово ореоли поширення підвищеного середнього вмісту мінералів притаманні північно-західній частині родовища і просторово майже не збігаються (рис. 3).

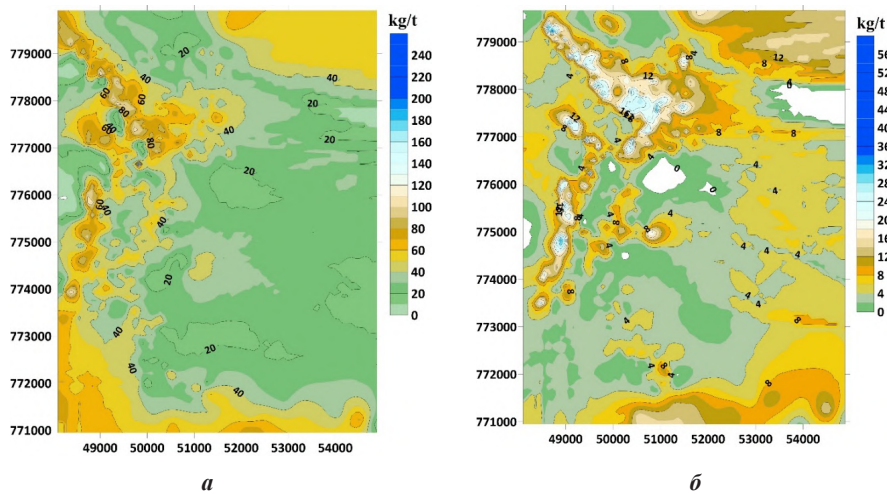


Рис. 3. Просторовий розподіл середнього вмісту (кг/т) ільменіту (а) й апатиту (б) у зоні дезінтеграції та вилюговування кори вивітрювання габро-норитів

Ореоли підвищеного середнього вмісту ільменіту в цій зоні елювію менш контрастні, ніж у незмінених породах, натомість ореоли підвищеного середнього вмісту апатиту зберігають контрастність, але контури їх поширення дещо зміщені щодо незмінених корінних порід (див. рис. 3). Кореляційний зв'язок між середнім вмістом ільменіту й апатиту в зоні дезінтеграції та вилуговування елювію – прямий слабкий (+0,22). За даними С.К. Швайберова зі співавторами, вміст (%) в ільменіті TiO_2 – 43,47–53,45; Fe_2O_3 – 0,34–13,0; FeO – 36,49–43,89; P_2O_5 – 0,007–0,203; V_2O_5 – 0,0–0,41. Відношення $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ – 107,32–3,37.

Зона початкового гідролізу представлена каолініт-гідрослюдистою породою із жорсткою порід фундаменту. Потужність зони становить 0,1–38,6 м. Серед гіпергенних мінералів переважають каолініт і гідрослюда. Темноколірні мінерали заміщені гідрослюдом, хлоритом, гідрохлоритом і бейделітом. Вміст глинистих мінералів становить 8,0–50,0% і зростає від підошви зони до її покрівлі. Вміст ільменіту у свердловинах становить 3,4–282,0 кг/т; апатиту – 0,1–53,0 кг/т. Контрастність ореолів підвищеного середнього вмісту ільменіту й апатиту в цій зоні елювію ще менш виражена порівняно з попередньою зоною (рис. 4). Кореляційний зв'язок між середнім вмістом ільменіту й апатиту в каолініт-гідрослюдистій зоні елювію – прямий слабкий (+0,29). За даними С.К. Швайберова зі співавторами, вміст (%) в ільменіті TiO_2 – 46,35–53,21; Fe_2O_3 – 2,37–19,50; FeO – 23,15–42,75; P_2O_5 – 0,008–0,131; V_2O_5 – 0,0–0,42. Відношення $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ – 9,76–2,19. Зміна ільменіту проявляється в частковій зміні його забарвлення на буроваті.

У зоні кінцевого гідролізу порода представлена елювіальними каолінами, у складі яких переважає каолініт із незначною кількістю монтморилоніту та гідрослюд. Потужність зони становить 0,2–28,2 м. Вміст ільменіту – 4,2–205,2 кг/т; апатиту – 0,1–36,7 кг/т.

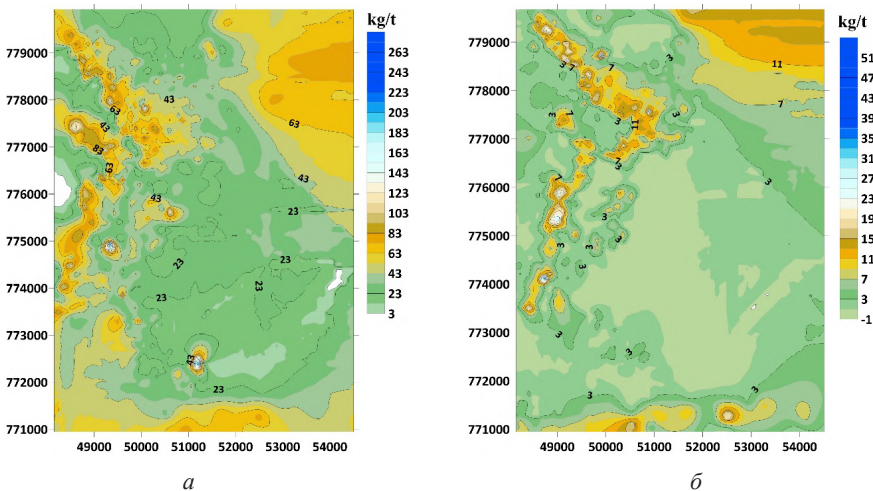


Рис. 4. Просторовий розподіл середнього вмісту (кг/т) ільменіту (а) й апатиту (б) у зоні початкового гідролізу (каолініт-гідрослюдистій)

Ореоли підвищеного середнього вмісту ільменіту в цій зоні елювію більш чітко виражені порівняно з попередньою зоною, площа їх значно більша; натомість ореоли підвищеного середнього вмісту апатиту ще менш виражені та менші за площею (рис. 5). Кореляційний зв'язок між середнім вмістом ільменіту й апатиту в каолінітовій зоні елювію – прямий слабкий (+0,29). За даними С.К. Швайберова зі співавторами, вміст (%)

в ільменіті TiO_2 – 41,46–65,32; Fe_2O_3 – 5,62–38,37; FeO – 23,15–42,75; P_2O_5 – 0,006–0,129; V_2O_5 – 0,01–0,71. Відношення FeO/Fe_2O_3 – 4,11–1,11.

Нами досліджено напрям і силу кореляційних зв'язків середнього вмісту ільменіту, апатиту між різними зонами елювію. Кореляційний зв'язок між середнім вмістом апатиту в зоні дезінтеграції та вилугування та в каолініт-гідрослюдистій зоні – прямий середній (+0,67); у зоні дезінтеграції та вилугування та в каолінітовій зоні – прямий середній (+0,65); у каолініт-гідрослюдистій і в каолінітовій зонах – обернений середній (–0,64). Кореляційний зв'язок між середнім вмістом апатиту в зоні дезінтеграції та вилугування та в каолініт-гідрослюдистій зоні – прямий середній (+0,67); у зоні дезінтеграції та вилугування та в каолінітовій зоні – прямий помірний (+0,45); у каолініт-гідрослюдистій і в каолінітовій зонах – обернений середній (–0,61).

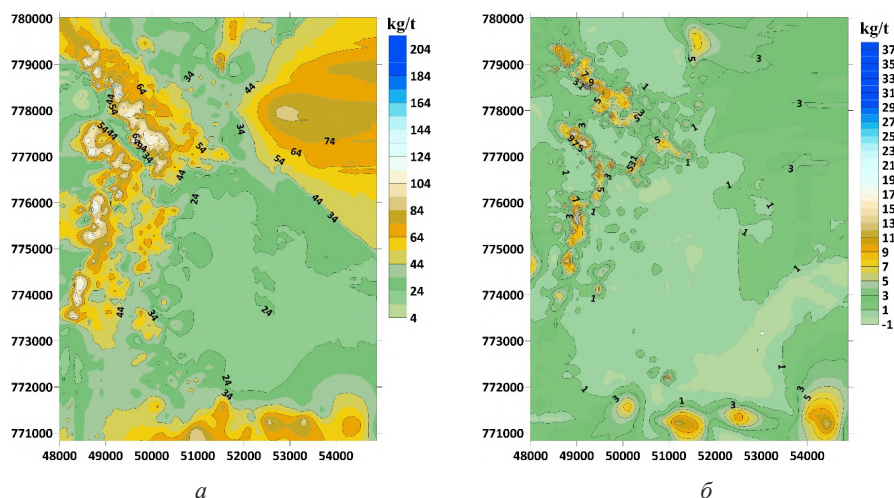


Рис. 5. Просторовий розподіл середнього вмісту (кг/т) ільменіту (а) й апатиту (б) у зоні кінцевого гідролізу (каолінітовій)

Загалом ільменіт у корі вивітрювання є незмінним або частково змінним. Ступінь змінності мінералу зростає з інтенсивністю гіпергенного розкладу материнських порід фундаменту в напрямку до каолінітової зони.

Нами досліджено розподіл вмісту ільменіту й апатиту у вертикальному перетині свердловин. Найбільш характерні серед досліджених свердловин представлено на рис. 6. Так, у свердловині 1159 (див. рис. 6-а) існує прямий сильний кореляційний зв'язок між апатитом та ільменітом у зоні дезінтеграції та початкового гідролізу (+0,73) та каолініт-гідрослюдистій (+0,91) зоні елювію; відсутній – у каолінітовій зоні, дуже слабкий (+0,11) у корі вивітрювання загалом. У свердловині 4867 (див. рис. 6-б) між мінералами наявний прямий сильний кореляційний зв'язок у зоні дезінтеграції та початкового гідролізу (+0,72); помірний – у каолінітовій зоні елювію (+0,47); обернений середній (–0,64) – у корі вивітрювання загалом.

Загалом, серед досліджених свердловин, які розміщені в різних частинах родовища, між вмістом ільменіту й апатиту встановлено такі кореляційні зв'язки: у зоні дезінтеграції та початкового гідролізу – прямий від помірного (+0,46) до сильного (+0,73); у каолініт-гідрослюдистій зоні – зазвичай прямий сильний (+0,91), іноді обернений дуже слабкий (–0,15); у каолінітовій зоні – прямий від дуже слабого (+0,13) до помірного (+0,47)

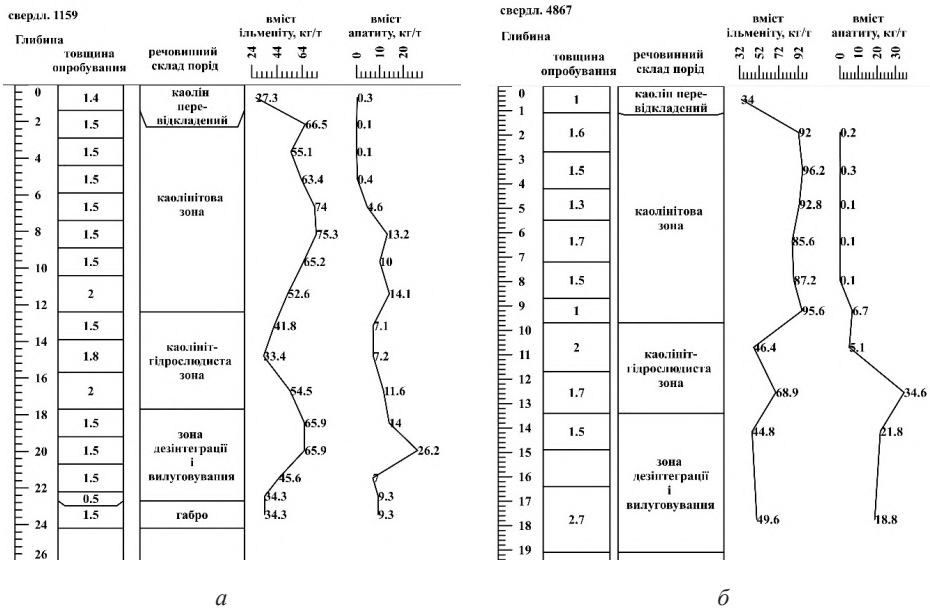


Рис. 6. Вертикальний розподіл вмісту (кг/т) ільменіту й апатиту у свердловині 1159 (а) та свердловині 4867 (б)

і обернений сильний (від $-0,75$ до $-0,83$); у корі вивітрювання загалом – здебільшого обернений від помірного ($-0,53$) до сильного ($-0,79$), іноді прямиий і обернений дуже слабкий ($+0,13$ та $-0,19$).

Латеральний розподіл потужності кори вивітрювання та середнього вмісту ільменіту й апатиту в елювії загалом представлено на рис. 7. Потужність кори вивітрювання в межах більшої частини родовища більш-менш рівномірна. У межах північно-західної та південної частин родовища потужність кори вивітрювання невитримана та характеризується значними коливаннями із чергуванням ділянок її збільшення та різкого зменшення (див рис. 7-а). У межах цих частин родовища елювія має найбільшу потужність. Середній вміст ільменіту в корі вивітрювання нерівномірний, із чергуванням ділянок його різкого збільшення та зменшення (див. рис. 7-а). Найбільший середній вміст ільменіту у вигляді видовженої в меридіональному напрямку смуги притаманний західній частині родовища і близької до широтної смуги – у південній. Латеральний розподіл середнього вмісту апатиту теж нерівномірний (див. рис. 7-б). Найбільш збагачені апатитом західна, південна та північно-східна частини родовища.

У межах північно-східної частини родовища ділянки підвищеного вмісту апатиту відповідають ділянкам із незначним середнім вмістом ільменіту.

У межах найбільш збагаченої ільменітом і апатитом західної частини родовища нами обрано п'ять профілів (збігаються із системою координат свердловин), за якими досліджено зміну потужності кори вивітрювання та середнього вмісту мінералів.

За профілем 49000 (рис. 8-а) потужність кори вивітрювання невитримана та характеризується значними коливаннями із чергуванням ділянок її збільшення та різкого зменшення. Середній вміст ільменіту й апатиту за профілем нерівномірний, зі значними коливаннями на більшій частині профілю, лише в південній частині він більш-менш

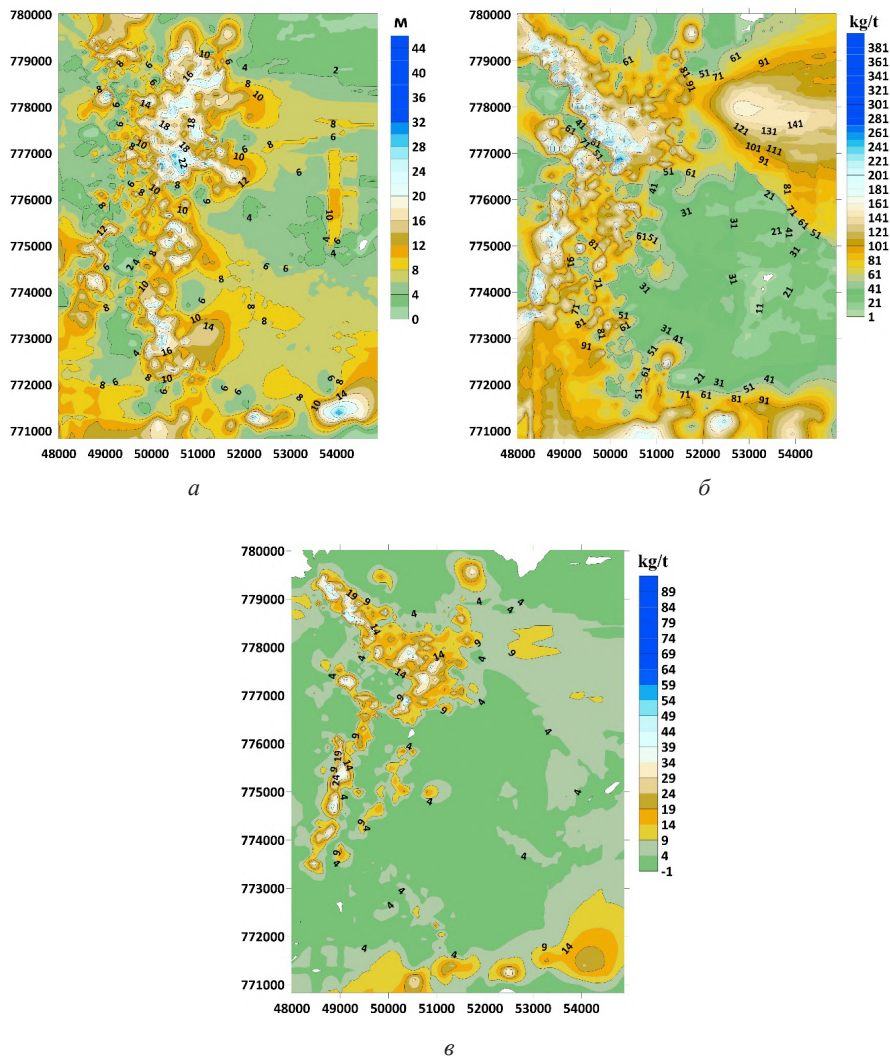


Рис. 7. Ізопахіти потужності (м) кори вивітрювання (а) та ізогіпси середнього вмісту (кг/т) в елювії ільменіту (б) й апатиту (в)

рівномірний. Ділянкам найбільшої потужності елювію притаманний найменший середній вміст ільменіту та незначний – апатиту. Ділянки елювію з найменшою потужністю характеризуються найбільшим середнім вмістом ільменіту й апатиту.

За профілем 50000 (рис. 8-б) потужність елювію характеризується значними контрастами з перепадами понад 20,0 м. Середній вміст ільменіту й апатиту за профілем нерівномірний, зі значними коливаннями. Ділянкам найбільшої потужності елювію притаманний найбільший середній вміст ільменіту й апатиту в північній частині профілю, а в південні – найменшого і незначного відповідно. У найбільш крайній південній частині профілю наявне зростання потужності кори вивітрювання та збільшення середнього вмісту мінералів. Ділянкам найменшої потужності елювію в північній і центральній частинах

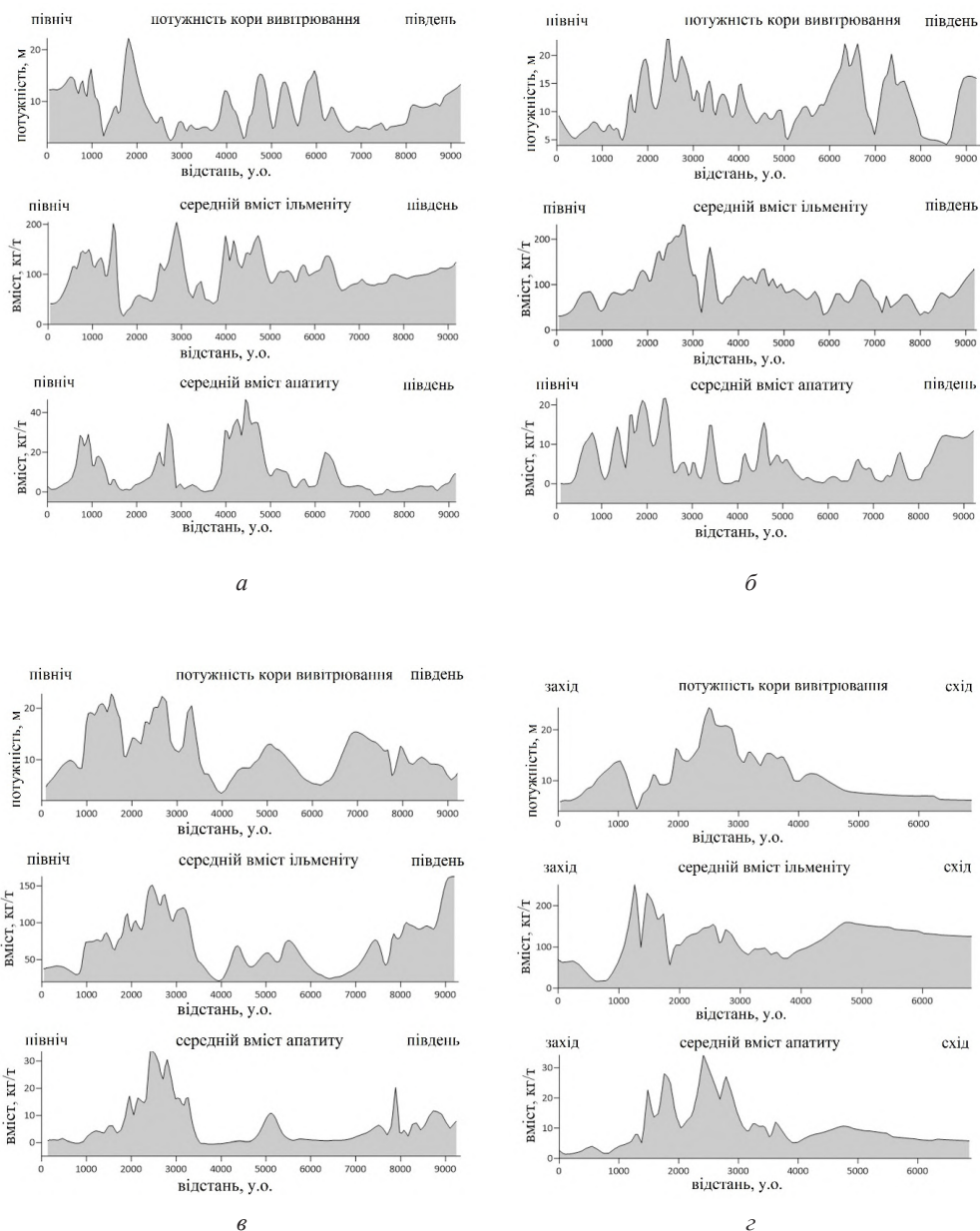
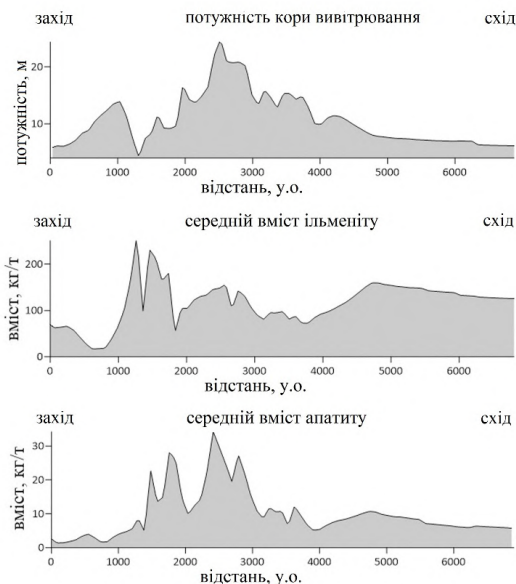


Рис. 8 (початок). Розподіл потужності кори вивітрювання та середнього вмісту ільменіту й апатиту за профілями 49000 (а), 50000 (б), 51000 (в), 777000 (з), 778000 (д)



д

Рис. 8 (продовження). Розподіл потужності кори вивітрювання та середнього вмісту ільменіту й апатиту за профілями 49000 (а), 50000 (б), 51000 (в), 777000 (г), 778000 (д)

профілю притаманний значний вміст мінералів. У південній частині профілю на ділянках найменшої потужності елювію вміст ільменіту становить до 80 кг/т, апатиту – до 13 кг/т.

За профілем 51000 (рис. 8-з) потужність елювію та середній вміст ільменіту й апатиту нерівномірні. На ділянках найбільшої потужності елювію середній вміст ільменіту становить 70–140 кг/т, апатиту – 8–28 кг/т. На ділянках найменшої потужності елювію наявний найменший середній вміст мінералів.

За профілем 777000 (рис. 8-д) у межах західної його частини потужність елювію та середній вміст ільменіту й апатиту характеризуються значними коливаннями. Ділянкам найбільшої потужності елювію притаманний значний вміст ільменіту (до 148 кг/т) й апатиту (до 18 кг/т). Ділянкам найменшої потужності елювію притаманний вміст ільменіту до 65 кг/т й апатиту – до 7 кг/т.

За профілем 778000 (рис. 8-е) потужність елювію і середній вміст ільменіту й апатиту нерівномірні в західній і центральній його частинах та більш-менш рівномірні – у східній. У східній частині профілю потужність елювію незначна, але витримана; середній вміст мінералів також більш-менш рівномірний і становить для ільменіту понад 100 кг/т, апатиту – до 10 кг/т. На ділянках найбільшої потужності елювію вміст ільменіту до 150 кг/т, апатиту – до 28 кг/т. На ділянках найменшої потужності елювію середній вміст ільменіту понад 230 кг/т, апатиту – до 5 кг/т.

Висновки та перспективи подальшого дослідження. Дослідження просторового розподілу ільменіту й апатиту у кристалічних породах фундаменту й різних зонах кори вивітрювання Торчинського родовища дозволило зробити такі висновки:

У межах родовища породи кристалічного фундаменту представлені габро-норитами, габро-анортозитами та гранітами рапаківі. Найпоширенішими є габро-норити, які

містять у значній кількості ільменіт і апатит. Тіло габро-норитів розшароване. Мезократові габро-норити найбільш збагачені ільменітом і апатитом. У мезократових габро-норитах найбільш збагаченим ільменітом є нижній горизонт, який поширений у західній частині родовища. Ореоли підвищеного вмісту ільменіту й апатиту просторово не збігаються. Кореляційний зв'язок між ільменітом і апатитом у кристалічних породах обернений дуже слабкий.

Протягом середньої юри – нижньої крейди за породами кристалічного фундаменту утворилася кора вивітрювання, яка містить промислові вмісти ільменіту й апатиту. Рудоносність кори вивітрювання та просторовий розподіл підвищеного вмісту ільменіту й апатиту зумовлені геологічною будовою кристалічних порід фундаменту, їхньою рудоносністю й ерозійним зрізом елювію.

Потужність кори вивітрювання на різних ділянках родовища різна і характеризується значними контрастами. Найбільш неоднорідна потужність елювію в межах західної ділянки родовища. Аналогічна картина притаманна і середньому вмісту ільменіту й апатиту в корі вивітрювання. Латеральний розподіл середнього вмісту ільменіту й апатиту має прямий або обернений кореляційний зв'язок з потужністю елювію.

Ореоли підвищеного середнього вмісту ільменіту й апатиту в корі вивітрювання загалом просторово збігаються з такими в породах кристалічного фундаменту, однак у різних зонах елювію вони мають деякі розбіжності.

Контрастність ореолів підвищеного середнього вмісту апатиту та їх площа в напрямку від незмінених порід фундаменту до зони кінцевого гідролізу кори вивітрювання зменшуються. Натомість контрастність ореолів підвищеного середнього вмісту ільменіту та їх площа поступово зменшуються, просторово зміщується в зонах дезінтеграції та вилуговування та початкового гідролізу елювію щодо незмінених кристалічних порід фундаменту. У зоні кінцевого гідролізу ореоли підвищеного середнього вмісту ільменіту щодо інших зон елювію, що залягають нижче за розрізом, збільшуються за площею і стають більш вираженими.

Між вмістом ільменіту й апатиту в корі вивітрювання кореляційні зв'язки такі: у зоні дезінтеграції та вилуговування – прямий від помірного до сильного; у каолініт-гідролюдистій зоні – зазвичай прямий сильний, іноді обернений дуже слабкий; у каолінітової зоні – прямий від дуже слабого до помірного й обернений сильний. Загалом у корі вивітрювання кореляційний зв'язок між мінералами здебільшого обернений від помірного до сильного, іноді прямий і обернений дуже слабкий.

Кореляційний зв'язок середнього вмісту ільменіту між різними зонами елювію в усіх комбінаціях – прямий середній; апатиту – прямий середній між зонами дезінтеграції та вилуговування та каолініт-гідролюдистою; обернений середній між каолініт-гідролюдистою та каолінітовою зонами та прямий помірний – між зонами дезінтеграції та вилуговування і каолінітовою.

Отримані результати є інформаційною основою для наукового супроводу видобувних робіт на родовищі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Металічні і неметалічні корисні копалини України. Металічні корисні копалини / Д.С. Гурський та ін. Київ ; Львів: Центр Європи, 2005. Т. 1. 785 с.
2. Дубина О.В. Перспективи освоєння магматичних родовищ апатиту в Україні. *Світосгляд*. Київ, 2010. № 6. С. 33–37.
3. Інвестиційний атлас надрокористувача (стратегічні та критичні мінерали). URL: <https://www.geo.gov.ua/wp-content/uploads/presentations/ukr/investicijnij-atlas-nadrokoristuvacha-strategichni-ta-kritichni-minerali.pdf> (дата звернення: 22.06.2024).

4. Крошко Ю.В., Ковальчук М.С. Рудоносність відкладів новопетрівської світи в межах Медвинської і Строківської ділянок. *Геохімія техногенезу*. Київ, 2022. № 8 (36). С. 33–42. <https://doi.org/10.32782/geotech2022.36.05>.
5. Лисенко О.А. Розсіпні родовища України. стан освоєння та перспективи нарощування їхнього потенціалу. *Збірник наукових праць Українського державного геологорозвідувального інституту*. Київ, 2017. № 3. С. 74–90.
6. Рудько Г.І., Бала Г.Р. Критична мінеральна сировина та її перспективи в Україні. *Мінеральні ресурси України*. Київ, 2021. № 2. С. 3–14. <https://doi.org/10.31996/mru.2021.2.3-14>.
7. Яременко О.В. Геологічні умови формування та комплексне освоєння Торчинського апатит-ільменітового родовища. *Мінеральні ресурси України*. Київ, 2016. № 4. С. 8–12.
8. Яременко О.В. Геологічні умови формування та розробки Торчинського родовища апатит-ільменітових руд Українського щита : автореф. дис. ... канд. геолог. наук : 04.00.01. Київ, 2020. 23 с.

REFERENCES

1. Hurskyi, D.S., Yesypchuk, K.Iu., Kalinin, V.I., et al. (2005). *Metalični i nemetalični korysni kopalyny Ukrainy, Metalični korysni kopalyny [Metallic and non-metallic minerals of Ukraine Metallic minerals]*. Kyiv; Lviv: Center of Europe. Vol. 1 [in Ukrainian].
2. Dubyna, O.V. (2010). Perspektyvy osvoiennia mahmatychnykh rodovyschch apatyту v Ukraini [Prospects for the development of magmatic deposits of apatite in Ukraine]. *Svitohliad*. Kyiv. Vol. 6. 33–37 [in Ukrainian].
3. Investytsiyniy atlas nadrokorystuvacha (stratehichni ta krytychni mineraly) [Subsoil user investment atlas (strategic and critical minerals)]. URL: <https://www.geo.gov.ua/wp-content/uploads/presentations/ukr/investicijnij-atlas-nadrokorystuvacha-strategichni-ta-krytychni-minerali.pdf> (accessed 24.04.2024) [in Ukrainian].
4. Kroshko, Yu.V., & Kovalchuk, M.S. (2022). Rudonosnist vidkladiv novopetritivskoi svity v mezhakh Medvynskoi i Strokivskoi dilianok [Ore-bearing of sediments of the Novopetritivska suite within the boundaries of the Medvynska and Strokivska areas]. *Heokhimiia tekhnogenezu – Geochemistry of Technogenesis*. Kyiv. Vol. 8 (36). 33–42. <https://doi.org/10.32782/geotech2022.36.05> [in Ukrainian].
5. Lysenko, O.A. (2017). Rozsyjni rodovyschcha Ukrainy. Stan osvoiennia ta perspektyvy naroshchuvannya yikhnoho potentsialu [Placer deposits of Ukraine. The state of development and prospects for increasing their potential]. *Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI – Scientific proceedings of UkrSGRI*. Kyiv. Vol. 3. 74–90 [in Ukrainian].
6. Rudko, H.I., & Bala, H.R. (2021). Krytychna mineralna syrovyna ta yii perspektyvy v Ukraini [Critical mineral raw materials and their prospects in Ukraine]. *Mineralni resursy Ukrainy – Mineral Resources of Ukraine*. Kyiv. Vol. 2. 3–14. <https://doi.org/10.31996/mru.2021.2.3-14> [in Ukrainian].
7. Yaremenko, O.V. (2016). Heolohichni umovy formuvannya ta kompleksne osvoiennia Torchynskoho apatyt-ilmenitovoho rodovyschcha [Geological conditions of formation and complex development of Torchyn apatite-ilmenite deposits]. *Mineralni resursy Ukrainy – Mineral Resources of Ukraine*. Kyiv. Vol. 4. 8–12 [in Ukrainian].
8. Yaremenko, O.V. (2020). Heolohichni umovy formuvannya ta rozrobky Torchynskoho rodovyschcha apatyt-ilmenitovykh rud Ukrainskoho shchyta [Geological conditions of formation and development of the Torchyn deposit of the apatite-ilmenite ore of the Ukrainian shield]. *Avtoreferat dysertatsii na zdobuttia naukovooho stupenia kandydata heolohichnykh nauk za spetsialnistiiu 04.00.01 – zahalna ta rehionalna heolohiia*. Instytut heolohichnykh nauk NAN Ukrainy – *Dissertation abstract is for the degree of candidate of geological sciences, specialty 04.00.01 – general and regional geology*. Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv [in Ukrainian].

SPATIAL DISTRIBUTION OF ILMENITE AND APATITE IN THE CRYSTALLINE ROCKS OF THE BASEMENT AND WEATHERING CRUST OF THE TORCHYN DEPOSIT

Liubov Figura, Myron Kovalchuk

*Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine,
O. Gonchar str., 55-b, Kyiv, 01601, Ukraine
e-mail: liuba_figura@ukr.net; kms1964@ukr.net*

The article presents general information on the geological structure of the Torchyn deposit of eluvial apatite-ilmenite ores, which is located within the Korosten pluton of the Volyn megablock of the Ukrainian Shield. Within the deposit, various petrotypes of crystalline basement rocks and their weathering crust contain significant amounts of ilmenite and apatite. The weathering crust has a zonal structure and is represented by a zone of disintegration and leaching; a zone of initial hydrolysis (kaolinite-hydrohydroxide); and a zone of final hydrolysis (kaolinite). Based on the analysis and synthesis of production reports, a targeted attribute database (well coordinates, their description and test results) was created, which was used to study the spatial (lateral) distribution of the average content (kg/t) of ilmenite and apatite in crystalline rocks of the basement, in the weathering crust and in various zones of eluvium. The direction and strength of correlations between the average mineral content in gabbro-norites and different zones of the weathering crust were investigated. The distribution of ilmenite and apatite content in different zones of the weathering crust along the vertical section of the boreholes and the direction and strength of correlations between minerals were studied. The corresponding maps were constructed to show the lateral distribution of the average content of ilmenite and apatite in the crystalline rocks of the basement, in the weathering crust and its zones, as well as the vertical distribution of these minerals in the boreholes. The direction and strength of the correlations of the average ilmenite and apatite content between different zones of the eluvium are investigated. Within the deposit, we selected three longitudinal and two transverse profiles to study changes in the thickness of the weathering crust and the average content of ilmenite and apatite. It was found that within the deposit and in the studied profiles, the thickness of the weathering crust and the average mineral content are characterized by significant contrasts. It was found that the lateral distribution of the average content of ilmenite and apatite has a direct or inverse correlation with the thickness of the eluvium. It has been found that the lateral and vertical distribution of ilmenite and apatite content in the weathered crust is determined by the geological structure of the rocks of the crystalline basement, their ore content and different degrees of eluvium erosion.

Key words: Korosten pluton, Torchyn deposit, basement crystalline rocks, eluvium, ilmenite, apatite, spatial distribution.