

УДК 549.01:551.311.231(477-924.52)

## МІНЕРАЛОУТВОРЕННЯ В КОРАХ ЗВІТРЮВАННЯ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ\*

**О. Матковський, Є. Сливко**

*Львівський національний університет імені Івана Франка,  
вул. Грушевського, 4, 79005 м. Львів, Україна  
E-mail: emslivko@i.ua*

За літературними даними проаналізовано процеси мінералоутворення в корі звітрювання різноманітних гірських порід у межах Українських Карпат. Детальніше описано кори звітрювання, розвинуті по пліоценових породах андезитової формації Вигорлат-Гутинського вулканічного пасма, а також різноманітні залізні руди в корях звітрювання на території Закарпаття.

*Ключові слова:* процеси мінералоутворення, гіпергенез, кора звітрювання, залізні руди, Українські Карпати.

Звітрювання різної інтенсивності зазнають усі геологічні утворення, що виходять на денну поверхню. З фізичним звітрюванням пов'язана дезінтеграція порід, унаслідок чого формуються своєрідні форми звітрювання. Хімічне звітрювання і розмивання найбільше виявлені в порівняно легкорозчинних утвореннях типу карбонатних і галогенних порід. Зокрема, у вапняках, особливо в зоні Скель, це привело до формування печер, у яких наявні сталактити й різноманітні натічні утворення на стінах. Для галогенних порід на тлі загального діапїризму типовим є рельєф з карстовими лійками і карами на поверхні солі. Соляні поклади й окремі соляні тіла нерідко вкриті шарами сірої соленосної глини (місцева назва – палаг). Фактично це продукт звітрювання й вилуговування соляних порід – так звана соляна шапка. Потужність палаг, тісно пов'язана з рельєфом поверхні солених покладів, порівняно незначна, лише подекуди сягає 9–10 м (у низинних ділянках) [10].

Досить різноманітними є кори звітрювання на магматичних породах [10]. Їхня перша ознака – дезінтеграція та сіре, ясно-сіре забарвлення. Для андезитів, базальтів, гранодіорит-порфірів, діорит-порфіритів характерне своєрідне пошарове звітрювання, розвиткові якого сприяє наявність у свіжих породах тріщин окремоті. Уздовж таких тріщин і відбуваються зміни, під час яких породи поступово набувають концентрично-шкаралупчастої будови. Звичайно подібні породи містяться в цілком дезінтегрованій масі. У них ступінь зміни знижується від зовнішніх шкаралуп до внутрішньої частини, ядро якої складене свіжою породою. У разі наявності в породах плитчастої окремоті звітрювання поширюється у вигляді смуг та концентрично-шкаралупчастих, чечевицеподібних форм.

---

\*Праця продовжує цикл публікацій у рамках підготовки завершальної частини видання “Мінерали Українських Карпат” – “Процеси мінералоутворення”.

© Матковський О., Сливко Є., 2013

Одночасно з дезінтеграцією порід розкладаються темноколірні мінерали, по стінках тріщин формуються гнізда і плівки лімоніту. Надалі відбувається повне розкладання темноколірних мінералів і скла, а також часткове або повне розкладання плагіоклазів. Порода перетворюється на тонкозернистий агрегат лімоніту, нонтроніту, каолініту й мікроскопічних аморфних виділень, стає землистою, пухкою масою сіро-жовтого забарвлення [10].

За даними В. Лебединського й В. Тарасенка [4], релікти площинної та лінійної кори звітрювання трапляються в усій смузі південно-східних схилів Українських Карпат: у передгір'ях вулканічної смуги, на вододільних вирівняних просторах у басейнах рік Боржава, Тересва й Тересва, у Чивчинських горах і на Рахівщині.

В. Фрідланд [11] виділив у межах Закарпаття три типи кір звітрювання: ортоелювіальні, ортоделювіальні та ортоалювіальні. Вони відрізняються за валовим і гранулометричним складом. Зазвичай червоні кори перекриті молодшими суглинками. Ортоалювіальна кора залягає серед галечників і пісків у вигляді лінз, утворених добре відмудленими глинами, у яких чергуються тонкі (1–3 мм) шари червоного й білого, рідше червоного та жовтого кольору. Найбільш високодисперсною є елювіальна кора, складена більше ніж на половину з мулистих частинок.

Чи не найліпше в регіоні вивчено кори звітрювання, розвинені по породах Вигорлат-Гутинського вулканічного пасма. Пасмо складене пліоценовими породами андезитової формації: пірокластами й підпорядкованими їм потоками й покривами андезибазальтів, андезитів і андезидацитів, набагато менше поширені екструзії й туфи кислих лав (дацити, ріоліти) (рис. 1). Вулканогенна товща зазнала аутометаморфізму й газогідротермального метасоматозу.

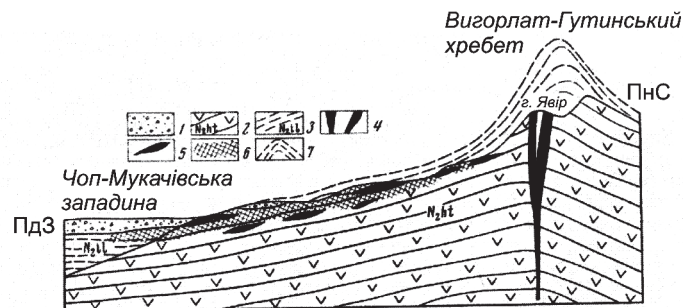


Рис. 1. Схематичний геологічний розріз південно-західного передгір'я Вигорлат-Гутинського пасма (хребет Борилів Діл) [3]:

1 – четвертинні галечники; 2 – шарувата лавово-пірокластична товща Вигорлат-Гутинського пасма (гутинська світа); 3 – вулканогенно-осадові відклади (ільницька світа); 4 – фумарольно-сульфатарні поля розвитку вторинних кварцитів; 5 – глинисті породи гідротермальної аргілізації; 6 – червоноколірна кора звітрювання; 7 – можлива будова стратовулкана першої стадії розвитку хребта Борилів Діл.

У середньому пліоцені, коли сформувався вулканічний хребет, на території сучасного Закарпаття був теплий вологий клімат, подібний до субтропічного. Хімічне звітрювання накладалося на складний комплекс вулканічних і метасоматичних порід. У тому разі, коли субстратом для звітрювання були лави й пірокласти, що не зазнали післявулканічних змін, розвивалася звичайна зонально побудована кора звітрювання. Якщо ж субстратом слугували аргілізовані породи, то формувалася особлива кора звітрювання

так званої псевдозональної будови: верхній глинистий горизонт має елювіальне походження, а “нижній” представлений гідротермальними утвореннями [3].

Кори звітрювання на ефузивних і пірокластичних породах найліпше виражені на підвищених південних схилах Ужгород-Хустського хребта. Їхній покрив простежено майже неперервною смугою від Ужгорода на північному заході до ст. Корольово й далі на південний схід до державного кордону України. Потужність кори змінна й тісно пов’язана з рельєфом. На гірських вершинах і великих схилах вона не перевищує 1–2 м, а на похилих схилах і в западинах досягає 30–40 м [9].

Кора звітрювання чітко фіксована в потужних потоках і покривах лав середнього й основного складу. Характерно, що її профілі на андезибазальтах, андезитах і андезитових туфах дещо відмінні (рис. 2, 3).

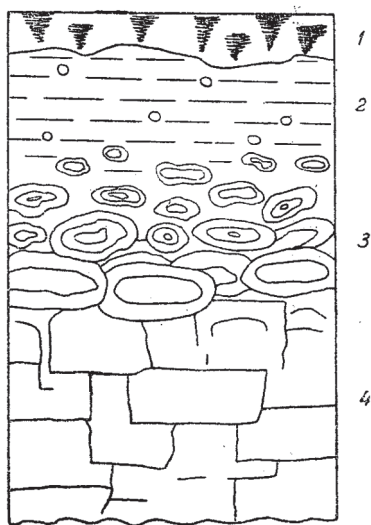


Рис. 2. Схематичний механічний профіль кори звітрювання на андезибазальтах, за [5]:

1 – ґрунт; 2 – піщано-глинистий елювій; 3 – звітрілі андезибазальти брилової текстури; 4 – суцільні звітрілі андезибазальти.

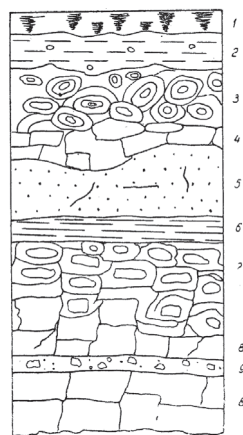


Рис. 3. Схематичний механічний профіль кори звітрювання на андезитах і андезитових туфах, за [5]:

1 – ґрунт; 2 – коричневі елювіальні суглинки; 3 – звітрілі андезити; 4 – сильно тріщинуваті звітрілі андезити; 5 – звітрілі туфопісковики з прожилками бурих гідроксидів заліза; 6 – каолінізовані пелітові туфи з прошарками бурих гідроксидів заліза; 7 – звітрілі андезити брилової текстури; 8 – звітрілі каолінізовані туфобрекчії; 9 – суцільні звітрілі піроксенові андезити.

З появою глинистих продуктів звітрювання у нижніх горизонтах кори головними породоутворювальними мінералами стають галуазит і каолінит, а монтморилоніт і нонтроніт розвинені спорадично. У верхніх горизонтах вкраплення і лейсти плагіоклазу каолінізовані, темноколірні мінерали заміщені гетитом і гідрогетитом, вулканічне скло каолінізоване. Гідроксиди заліза надають глинистій породі жовтого й червоно-бурого забарвлення. Потужність профілю звітрювання – 10–15 м. Характерною рисою псевдозональної кори автометаморфізованих лав і агломератів є значний розвиток у нижніх горизонтах нонтроніту й монтморилоніту. Їхні відособлення утворюють лінзи та прожилки, які оточують кульові брили автометаморфізованої лави. У порожнинах і порах, виповнених нонтронітом та монтморилонітом, наявні списоподібні і сферичні кристали

кристобаліту, псевдогексагональні таблички тридиміту, снопоподібні агрегати цеолітів. По темноколірних мінералах і вкрапленнях плагіоклазу розвинуті коломорфні агрегати монтморилоніту.

У корі звітрювання по пірокластах більше поширені інфільтраційні утворення вторинних мінералів – бурих оксидів заліза й мангану, нонтроніту, галуазиту, опалу, каолініту та ін.

У верхньому, елювіальному горизонті серед мінералів переважають галуазит, каолінит і гідроксида заліза. Лише в порожнинах трапляються реліктові скупчення мінералів групи монтморилоніту. Загальна потужність розрізу змінених порід становить 30–40 м, забарвленої вохристої зони – 10–15 м [3].

По-різному себе поведуть у зоні гіпергенезу гідротермальні аргілізовані породи [3]. Найстійкішими є каолінітові глини, які не зазнають якихось суттєвих змін. Спорадичні зерна піриту окиснюються. Глини у близько-поверхневій зоні забарвлені в жовто-бурі кольори завдяки інфільтрації гідроксидів заліза. Монтморилонітові глини зазнають каолінізації й обвохрення. У кольорових каолінит-гематит-лімонітових глинах відбувається подальше гідролітичне розкладання реліктів вулканічного матеріалу, перехід оксидних форм заліза в гідроксидні, окиснення сульфідів. Кінцевими продуктами звітрювання є агрегати лусочок гібситу, які зрідка трапляються в тріщинках каолінізованих кристалів плагіоклазу.

Отже, каолінітове червоноколірне звітрювання інтенсивно виявилось на пологіх схилах передгір'я вулканічного пасма. Особливо активно кора звітрювання формувалася на пористих аутометасоматично й гідротермально змінених породах.

Примітно, що глинисті утворення кори звітрювання та гідротермальної аргілізації часто зовні подібні, проте дослідження засвідчили [2, 3], що між ними є відмінності у мінеральному складі та геохімічних особливостях. Зокрема, у гідротермальних монтморилонітових глинах наявні опал, тридиміт, кристобаліт, цеоліти, кальцит, іноді сульфіді, тоді як у глинистих утвореннях кори звітрювання цих мінералів як первинних нема.

Каолінит аргілізованих порід морфологічно і структурно досконаліший, ніж у корі звітрювання. Монтморилоніт аргілізованих порід містить підвищену кількість  $Mg^{2+}$  і  $Ca^{2+}$  в октаедричних позиціях, триоктаедричний ( $d_{001} = 1,45-1,61$  нм, в етиленгліколі –  $1,72-1,80$ , за  $550\text{ }^\circ\text{C}$  –  $0,98-1,02$  нм;  $d_{060} = 0,1525-0,1538$  нм), тоді як у корі звітрювання він переважно діоктаедричний ( $d_{060} = 0,148-0,152$  нм).

Щодо геохімічних особливостей виявилось, що гідротермальні глини утворилися під час процесів за високої рухомості Ti, Al, Fe, коефіцієнт стійкості яких становить 0,5–0,7, а в опал-каолінітових породах – 0,3–0,4. У глинистих породах кори звітрювання коефіцієнт стійкості цих елементів більший (~ 1). Крім того, для кори звітрювання характерне активне винесення Cr, Sn, Pb, Mn, Ga, Co, Ni, V, Mo, Zr, Zn, Be. В аргілізованих породах, особливо опал-каолінітових, винесення цих елементів значно сильніше (у деяких пробах визначено лише Ni, Zr, Zn). Дещо інакша картина в кольорових гідротермальних глинах, де відбувалося порівняне накопичення Cr, Pb, Mn, Co, V, Mo, Zr, Zn [3].

Отже, мінеральний склад кори звітрювання достатньо різноманітний. Найпоширеніші скупчення бурих оксидів заліза й мангану, кремнеземова речовина, сульфати (мелантерит, ярозит, гіпс), карбонати, глинисті мінерали та ін. [9]. За [2, 3], панівним мінералом у корі звітрювання вулканітів Вигорлат-Гутинського пасма є каолінит, який постійно асоціює з галуазитом, гідрослюдою та гідроксидами заліза. Він з'являється серед початкових продуктів звітрювання першої монтморилоніт-галуазитової зони і стає головним

породоутворювальним мінералом у другій (галуазит-каолінітовій) і третій (гетит-каолінітовій зонах), причому в третій зоні каолінізовані практично всі ендегенні мінерали.

На думку Є. Лазаренка, особливий інтерес становить широкий розвиток у корі звітрювання вулканічних порід Вигорлат-Гутинського пасма різноманітних сульфатів з групи купоросів, а також хлоропалу, який відомий тут під назвою унгвариту (ужгородиту). Фактично це суміш нонтроніту й опалу, яка особливо рясно розвивається в порожнинах андезитових туфів, а також у тріщинах андезитів [1]. Пізніші дослідження засвідчили, що унгваритизація пов'язана з гідротермально-метасоматичними процесами [9].

Глинисті мінерали разом з гідроксидами Fe й Mn утворюють тонкодисперсні глинисті комплекси, відомі під назвою природних пігментів, або кольорових глин (родовища Ільницьке, Іршавське, Новоселицьке та ін.) [9]. Виділено чотири типи таких глин: гетит-каолінітові золотисто-жовтого кольору; феригелево-каолінітові червоно-бурого кольору; гідрогетит-галуазит-каолінітові рожево-фіолетового кольору; галуазит-каолінітові білого й жовтувато-білого кольору [5].

З корами звітрювання порід Вигорлат-Гутинського пасма пов'язане формування бентонітових глин залишкового генетичного типу [7]. Вони достатньо поширені на пологіх південно-західних схилах вулканічної смуги, де потужність кори звітрювання досягає 25 м. Тут приповерхневий процес зумовлений хімічним субаеральним звітрюванням, унаслідок якого лави, туфи й туфіти перетворювалися в глинисті обвохрені породи, що їх відшукують у передгір'ях хребтів Борилів Діл і Оаш. За даними мінералогічних досліджень, у глинах переважає монтморилоніт з домішками інших глинистих мінералів (нонтроніт, гідрохлорит, гідрослюда, каолініт).

Монтморилоніт розвинутий у нижній частині кори звітрювання у вигляді дрібнолускуватих і пелітоморфних агрегатів по темноколірних мінералах і вулканічному склу, а також виповнює численні дрібні пори і тріщини. Максимальна протяжність монтморилонітизованих вулканічних порід у корі звітрювання не перевищує 40 м за потужності від 0,5 до 1,5 м.

Щодо хімічного складу, то монтморилонітизованим глинистим породам притаманний високий вміст оксидів заліза і низький – лугів. Різке переважає лужноземельних металів над лужними за абсолютного переважає  $\text{Ca}^{2+}$  дало підставу зачислити монтморилонітизовані глини кір звітрювання до магнезійно-кальцієвого типу. Їхнє утворення відбувалося завдяки хімічному розкладанню порід у зоні гіпергенезу під дією ґрунтових і слабколужних термальних розчинів [7].

У Закарпатті з корою звітрювання пов'язані різноманітні залізні руди: болотні, бурі залізняка, залізисті вохри та ін. Їх вивчав В. Лесняк. Результати досліджень висвітлені в окремих публікаціях (1951, 1957, 1958) та досить об'ємному науковому звіті "Железные и сопутствующие им руды западных областей УССР" (співавтор А. Ясинська, 1960) [6]. За даними цих дослідників стисло проаналізуємо особливості формування руд.

Болотні залізні руди (вміст заліза – 30–40 %) розвинуті в околицях с. Ільниця, а також на значній площі північно-східного схилу гори Явір (Іршавський р-н Закарпатської обл.). Поблизу Ільниці вони утворюють пластоподібні поклади, розміщені в невеликих болотистих улоговинах. Підстильними породами є сильно змінені андезити та їхні туфи. За зовнішнім виглядом болотні руди – це дуже поширені вохристі утворення з масою відбитків та інкрустацій листочків, стебел, гілок мохів, зрідка – деревних гілочок і листочків.

На схилі г. Явір болотні руди формуються в невеликих заболочених водоймах, що утворилися на ділянках поширення андезитів і андезитових туфів. Утворення руд пов'язують з хімічним звітрюванням інтенсивно піритизованих вторинних кварцитів, які поширені на вододілі гори Явір, у верхів'ях потоку Яловий. Руда, представлена щільною масою інкрустованих гідроксидами заліза залишків рослин, має гідрогетитовий склад.

Бурі залізняки зони звітрювання, досить поширені в межах Закарпаття, представлені двома генетичними типами: так званими залишковими залізними шапками, розвинутими по карбонатних та інших первинних рудах, та інфільтраційними утвореннями. В Іршавському районі (с. Білки) прояви бурих залізняків просторово збігаються з родовищами первинних сидеритових руд, природа яких остаточно не з'ясована [8]. Тут зона окиснення досягає глибини 20–30 м. Сидерити внаслідок окиснення перетворені в гідроксиди заліза (вторинні залізні руди), представлені скупченнями гетиту й гідрогетиту [6].

Бурі залізняки інфільтраційного утворення приурочені головню до кори звітрювання ефузивних порід. Загалом кора звітрювання неогенової ефузивно-туфогенної товщі середнього й основного складу з прошарками осадових порід простежується на південних схилах Вигорлат-Гутинського пасма від Ужгорода на заході до с. Вишкове на сході. Руди виявлено в районі сіл Великі Лази, Довгий Лаз, Середнє, Шелестове, Грибовиці, Білки, Вишня Визниця, Колодне та ін. За формою руди представлені лінзоподібними покладами, гніздами, прожилками й натічними агрегатами. Головними мінералами є гетит і гідрогетит, серед нерудних трапляються опал, монтморилоніт. За морфологічними особливостями і складом серед бурих залізняків загалом виділено чотири типи: щільні, опалоподібні, натічні; жеодові; вохристі; залізисті глини й пісковики.

В описуваному районі переважають щільні бурі залізняки темно-бурого й червонувато-бурого кольору. В опалоподібних різновидах лімоніт наявний у суміші з опалом у найрізноманітніших співвідношеннях. Майже повсюдно скупчення таких залізняків і опалу супроводжуються монтморилонітом і каолінітом, які сконцентровані між залізняком і вмислою породою або вповнюють тріщини й порожнини у вмисній породі та рудному тілі.

Натічні залізняки найбільше поширені на південних схилах гори Явір, на північ від Ільниці. Поклади мають форму грона- і ниркоподібних скупчень, кірочок. Вони складені гетитом, гідрогетитом і лімонітом коломорфної будови.

Жеодові бурі залізняки поширені в околицях с. Білки, де їхні скупчення пов'язані з осадовими породами міоценового віку. Діаметр жеод – 15–23 см. Звичайно вони містяться в шарах залізистих пісковиків. Склад їх гетитовий з домішкою лепідокрокіту.

Залізисті вохри у Закарпатті поширені як у зоні окиснення, так і в корі звітрювання ефузивів. Залежно від гідроксидів заліза та інших мінералів, які є в їхньому складі, вохри мають різне забарвлення. Жовті вохри виявлено в андезитових туфах на північній околиці Ільниці. Не менше поширені й залізисті глини, які є перехідними породами від чистих вохр до звітрілих андезитів та їхніх туфів. Колись їх видобували в районі сіл Білки та Осоя.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лазаренко Е. К. Общий минералогический очерк Закарпатья / Е. К. Лазаренко // Минерал. сб. – 1957. – № 11. – С. 102–121.
2. Лебединский В. И. Гидротермальные и гипергенные каолиниты Выгорлат-Гутинской гряды / В. И. Лебединский, В. С. Тарасенко // Минерал. сб. – 1976. – № 30, вып. 2. – С. 87–90.
3. Лебединский В. И. О гидротермальных глинах и коре выветривания Выгорлат-Гутинской гряды (Закарпатье) / В. И. Лебединский, В. С. Тарасенко // Докл. АН СССР. – 1973. – Т. 209, № 3. – С. 683–686.
4. Лебединский В. И. О неогеновой эпохе красноцветного выветривания в альпийской складчатой области (Кавказ–Крым–Карпаты) / В. И. Лебединский, В. С. Тарасенко // 11 конгр. КБГА : материалы. – Киев : Наук. думка, 1974. – С. 264–265.
5. Лесняк В. Ф. Некоторые особенности древних кор выветривания эффузивов Закарпатья в связи с накоплением в них глинистых образований / В. Ф. Лесняк // Исследование и использование глин : Всесоюз. совещ. : материалы. – Львов : Изд-во Львов. ун-та, 1958.
6. Лесняк Ф. В. Железные и сопутствующие им руды западных областей УССР (предварительный отчет о работах, проведенных в 1959–60 гг.) : Тема 443 / Лесняк Ф. В., Ясинская А. А. – Львов, 1960. – 438 с.
7. Любка М. И. Бентонитовые глины Закарпатья / М. И. Любка // Минерал. сб. – 1978. – № 32, вып. 2. – С. 65–71.
8. Мінерали Українських Карпат. Борати, арсенати, фосфати, молібдати, сульфати, карбонати, органічні мінерали і мінералоїди / О. І. Матковський, П. М. Білоніжка, Г. Ю. Бойко [та ін.]. – Львів : ВЦ ЛНУ, 2003. – 340 с.
9. Мінерали Українських Карпат. Силікати / [Гол. ред. О. Матковський]. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 520 с.
10. Минералогия Закарпатья / Е. К. Лазаренко, Э. А. Лазаренко, Э. К. Барышников, О. А. Малыгина. – Львов : Изд-во Львов. ун-та, 1963. – 614 с.
11. Фридланд В. М. Древние коры выветривания в Закарпатской области УССР и формирующиеся на них почвы / В. М. Фридланд // Докл. АН СССР. – 1950. – Т. 71, № 2. – С. 379–381.

*Стаття: надійшла до редакції 12.11.2013  
прийнята до друку 29.11.2013*

## MINERAL-FORMING PROCESSES IN THE CRUSTS OF WEATHERING OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS

**O. Matkovskiy, Ye. Slyvko**

*Ivan Franko National University of Lviv,  
4, Hrushevskiy St., 79005 Lviv, Ukraine  
E-mail: emslivko@i.ua*

The mineral-forming processes in the crusts of weathering of different rocks in the Ukrainian Carpathians have been analysed on the base of published data. The crusts of weathering developing on the Pliocene rocks of Vyhorlat-Hutyynske volcanic ridge andesite formation are described more detailed, and also various iron ores in the crusts of weathering on the territory of Transcarpathians region.

*Key words:* mineral-forming processes, hypergenesis, crust of weathering, iron ores, Ukrainian Carpathians.

## МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЕ В КОРХ ВЬВЕТРИВАНИЯ УКРАИНСКИХ КАРПАТ

**O. Matkovskiy, E. Slyvko**

*Львовский национальный университет имени Ивана Франко,  
ул. Грушевского, 4, 79005 г. Львов, Украина  
E-mail: emslivko@i.ua*

По литературным данным проанализировано процессы минералообразования в коре выветривания различных горных пород в пределах Украинских Карпат. Детальнее описано коры выветривания, развитые по плиоценовым породам андезитовой формации Выгорлат-Гутинской вулканической гряды, а также разнообразные железные руды в корях выветривания на территории Закарпатья.

*Ключевые слова:* процессы минералообразования, гипергенез, кора выветривания, железные руды, Украинские Карпаты.