

УДК 550.4:549:548.4:552.323(4+5)(477.8)

## **ОСОБЛИВОСТІ ПЕТРОХІМІЇ ТА РОЗПЛАВНІ ВКЛЮЧЕННЯ В МІНЕРАЛАХ АНДЕЗИТІВ МАТЕКІВСЬКОГО КОМПЛЕКСУ В КАМЕНОЛОМНІ ЛІСАРНЯ (ВИГОРЛАТ-ГУТИНСЬКЕ ВУЛКАНІЧНЕ ПАСМО, УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)**

**І. Наушко<sup>1</sup>, Л. Скакун<sup>2</sup>, Т. Бринський<sup>1</sup>, Р. Серкіз<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України,  
вул. Наукова, 3а, 79060 м. Львів, Україна  
E-mail: igggk@mail.lviv.ua*

<sup>2</sup>*Львівський національний університет імені Івана Франка,  
вул. Грушевського, 4, 79005 м. Львів, Україна  
E-mail: lzsakun@gmail.com*

Визначено петрохімічні особливості андезитів матеківського комплексу, які відслонені в каменоломні Лісарня у північно-західній частині Вигорлат-Гутинського вулканічного пасма (Українські Карпати). Методами електронно-зондового мікроаналізу та електронної растрової мікроскопії ідентифіковано й вивчено розплавні включення в мінералах цих порід. Темно-сірі андезити містять вкраплення фенокристалів плагіоклазу, орто- і клінопіроксену. Розплавні включення виявлено у фенокристалах плагіоклазу й ортопіроксену. У розкристалізованих включеннях, ідентифікованих у плагіоклазах, визначено плагіоклаз, клінопіроксен, магнетит, кварц і калієвий польовий шпат, з'ясовано порядок їхньої кристалізації у включеннях. В ортопіроксенах включення нерозкристалізовані, складені вулканічним склом, іноді з зернами клінопіроксену або титаномагнетиту. У мінералах виявлено також карбонатні включення, а в породах – нетипові сингенетичні сидеритові вкраплення, що свідчить про можливу участь лужних магм у процесі становлення вулканічних апаратів. На підставі виконаних комплексних досліджень зроблено висновок про можливе змішування магм ріолітового й дацитового складу з високотемпературними базальтовими і лужними магмами під час формування ефузивної товщі Вигорлат-Гутинського пасма.

*Ключові слова:* плагіоклаз, ортопіроксен, клінопіроксен, сидерит, включення, розплав, андезити, Вигорлат-Гутинське вулканічне пасмо, Українські Карпати.

Завдяки розвитку мінералого-геохімічних методів дослідження вивержених порід протягом останніх десятиліть з'явилася можливість отримувати принципово нову генетичну інформацію про перебіг магматичних процесів. Це стосується і вивчення розплавних (склуватих та розкристалізованих) включень у магматичних мінералах [22, 24], на підставі чого можна виявляти беззаперечні докази значного поширення явищ змішування під час становлення різноманітних магматичних порід.

Ми вивчали вулканіти Вигорлат-Гутинського пасма (Українські Карпати) у каменоломнях, розташованих у межиріччі Ужа й Латориці, особливо з погляду їхніх петрохімічних особливостей та наявності розплавних включень у мінералах. Нашу увагу привернули ефузивні породи матеківського комплексу, що відслонені в каменоломні Лісарня.

**Стан вивченості ефузивних комплексів Вигорлат-Гутинського пасма.** Систематичні дослідження ефузивних комплексів Вигорлат-Гутинського вулканічного пасма в межах України провадили протягом 1950–1970-х років. Започаткували дослідження В. Соболев, Є. Лазаренко, Е. Лазаренко, Є. Малєєв, Б. Мерліч, С. Спітковська [7, 10–13, 17, 19, 20], фундаментальні результати і висновки доповнили й розвинули В. Золотухін [4], Л. Данилович [2, 3], Н. Короновський [5], А. Гончарук [1], З. Ляшкевич [8, 21] та інші вчені. Вагомим є внесок і співробітників Закарпатської ГРЕ, зокрема М. Приходька [18 та ін.]. У підсумку було ґрунтовно вивчено геологічну будову Вигорлат-Гутинського пасма, виділено вулканоструктури, визначено більшість вулканічних комплексів. Нині ефузивні комплекси регіону, особливо щодо проблемних питань неогенового вулканізму Внутрішніх Карпат, досліджують словацькі й угорські вчені [25 та ін.].

Однак, попри загалом значний обсяг мінералого-геохімічних досліджень ефузивних утворень Вигорлат-Гутинського пасма, у межиріччі Уж–Латориця їх фактично не вивчали. Зокрема, це стосується корінних виходів порід, розкритих в Оріховецькій, Лісарненській, Обавинській, Кленовецькій, Оноківецькій каменоломнях та в інших місцях самовільного видобутку вулканітів. Що ж до вивчення включень розплавів у мінералах орогенних магматичних формацій Закарпаття, то виявилось [16], що в опублікованій науковій літературі такі дані трапляються спорадично, а у вулканітах описуваної території ці включення взагалі не досліджували.

**Особливості геологічної будови.** Неогенові вулканічні породи Закарпаття є частиною вапнисто-лужного вулканічного поясу Внутрішніх Карпат, час формування якого – від 13,8 до 9,1 млн років тому [23]. Ці породи поширені в південно-західній частині Закарпаття, де вони, згідно з виділеними Є. Малєєвим [10] фазами магматизму, нині вирізняються у вигляді трьох геоморфологічних об'єктів: Солотвинської улоговини (розмиті вулкани й горизонти туфів ріодацитового й ріодацитового складу, перша фаза магматизму), Берегівського горбогір'я (стратовулкани, лавові потоки, туфи від ріолітів до андезибазальтів, однак головно кислого складу, друга фаза магматизму) та Вигорлат-Гутинського вулканічного пасма (стратовулкани, лавові потоки, горизонти туфів різного складу – від ріолітів до базальтів, однак зі значним переважанням андезитів та андезибазальтів, третя і четверта фази магматизму). Вигорлат-Гутинське пасмо розташоване паралельно до Карпатської складчастої споруди і примикає до неї. Воно сформоване з низки складно побудованих великих стратовулканів, які фактично “злилися” між собою.

Каменоломня Лісарня розташована в південно-західній частині стратовулкана Синяк (близько 10 км до півночі від м. Мукачево), площа якого становить 150–170 км<sup>2</sup> і який має форму не зовсім правильного круга діаметром 20–25 км. Стратовулкан складений трьома вулканічними комплексами [5]: матеківським, синяцьким і обавським (рис. 1).

Породи, розкриті в каменоломні Лісарня, належать до матеківського комплексу і є продуктами найбільш ранніх вивержень вулканів Синяк та Борилів Діл. Найдавніші горизонти матеківського комплексу представлені породами озерно-алювіального походження з домішкою вулканічного попелу андезитового складу; їх перекривають спочатку туфи, потім – туфобрекчії та, урешті-решт, лави. Склад вулканітів змінюється від андезитів до базальтів [5]. У каменоломні відслонені чотири лавові потоки (рис. 2), між якими наявні пласти агломератової брекчії.

З кожного лавового потоку ми відібрали проби порід, з яких було виготовлено аншлифи. Для ідентифікації й вивчення окремих мінералів та включень у них у Науково-технічному навчальному центрі низькотемпературних досліджень (Львівський національний університет імені Івана Франка) виконано електронно-зондовий мікроаналіз на раст-

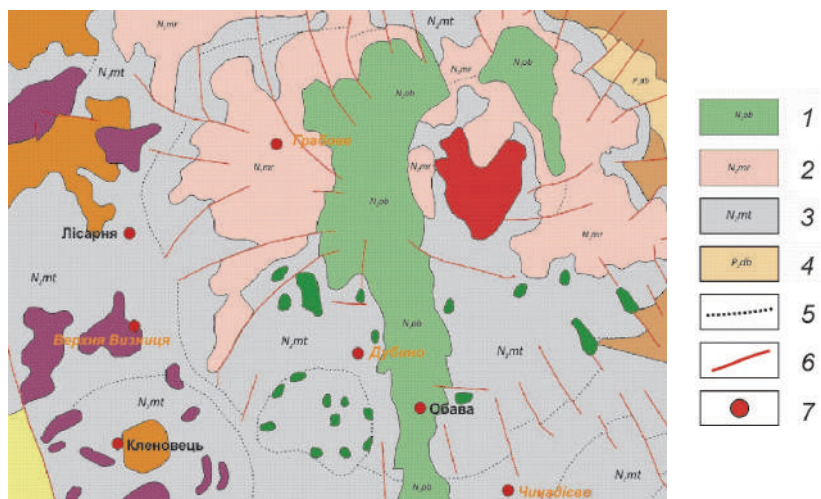


Рис. 1. Геологічна карта району робіт [18]:

1–3 – вулканічні комплекси: 1 – обавинський, 2 – мартинський, 3 – матеківський; 4 – дібровська світа; 5 – контури кальдер; 6 – розривні порушення; 7 – населені пункти.



Рис. 2. Корінні виходи андезитів матеківського вулканічного комплексу в каменоломні Лісарня.

ровому електронному мікроскопі-мікроаналізаторі РЕММА-02-02. Умови аналізу: роздільна здатність у режимі вторинних електронів – до 5,0 нм; діапазон зміни збільшення, кратність – 10–300 000; діапазон зміни прискорювальних напруг – 0,2–40 кВ.

Мета наших досліджень – виявити петрохімічні особливості андезитів матеківського комплексу та ідентифікувати й вивчити розплавні включення в мінералах андезитів.

Результати дослідження порід **першого лавового потоку** (взірці Lis16-3-1 та Lis16-3-2) засвідчили таке. Андезити містять вкраплення (близько 60 % об'єму породи) фенокристалів плагіоклазу, орто-, клінопіроксену й титаномagnetиту, а також гломеропорфірові зростки кристалів цих мінералів. Значно переважають плагіоклази (близько 50 % від загальної кількості вкраплень), зерна яких мають різний розмір – від 0,05 до 1,0 мм. Більші кристали іноді зональні. Вміст анортитового компонента в мінералі змінюється від 70 до 85 %. Виявлено часті розплавні включення у вигляді тонких лінз, які розташо-

вані паралельно до зональності кристалів. Включення розкристалізовані. Крім того, у плагіоклазі трапляються включення сидериту з кварцом (рис. 3).

Серед зерен ортопіроксену (близько 40 % від усіх вкраплень), розмір яких досягає  $0,5 \times 1,5$  мм, виділено два типи вкраплень. Перші – це кристали, зазвичай, правильної форми з чіткою зональністю та включеннями вулканічного скла (рис. 4), часто містять вrostки магнетиту й ільменіту. Склад таких фенокристалів змінюється від гіперстену ( $\text{En}_{0,56}\text{Fs}_{0,40}\text{Wo}_{0,04}$ ) до феросиліту ( $\text{Fs}_{0,55}\text{En}_{0,42}\text{Wo}_{0,03}$ ). Вкраплення другого типу – це пойкилітові зерна, які обростають сидерит (рис. 5). Найчастіше трапляються гломеропорфірові зростки плагіоклазу, інколи титаномagnetиту й ільменіту та декількох зерен ортопіроксену, у якому розплавних включень нема, натомість є тверді включення апатиту, фаяліту й піротину. Склад зерен ортопіроксену другого типу теж варіює від гіперстену ( $\text{En}_{0,59}\text{Fs}_{0,39}\text{Wo}_{0,02}$ ) до феросиліту ( $\text{Fs}_{0,58}\text{En}_{0,39}\text{Wo}_{0,03}$ ). Виявлено поодинокі кристали піроксену, які мають чітку зональність і містять як розплавні включення, так і сидерит. Однак цей сидерит наявний у зернах мінералу-хазіяїна як тверде включення. Тому такі зерна ортопіроксену зачислено до вкраплень першого типу, що підтверджено їхнім хімічним складом.

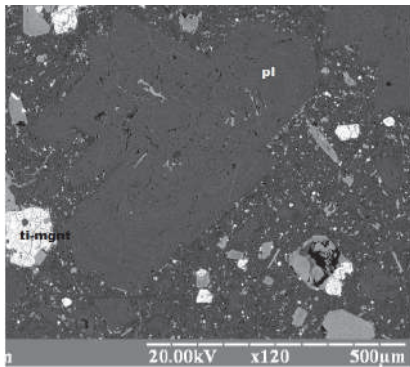


Рис. 3. Зерна плагіоклазу (pl) в андезиті нижнього потоку; ti-mgnt – титаномagnetит.

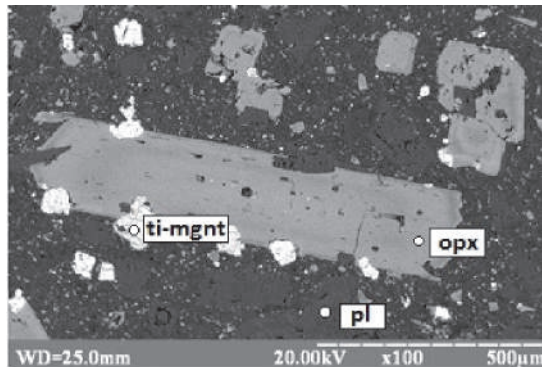


Рис. 4. Зональний ортопіроксен (opx) із включеннями вулканічного скла та вrostками титаномagnetиту.

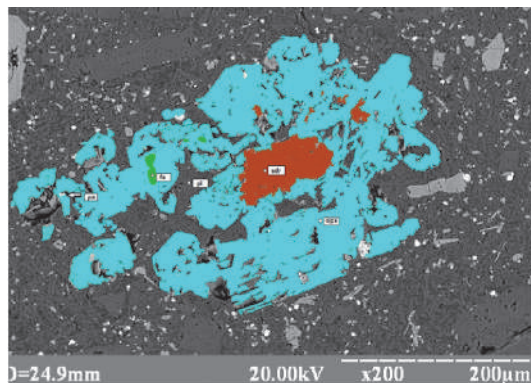


Рис. 5. Пойкілітові фенокристали піроксену другого типу, які обростають сидерит (sdr) і містять включення фаяліту (fa) і піротину (po).

Клінопіроксен рідкісний, представлений зональними зернами в зростках з ортопіроксеном в асоціації з сидеритом. За складом відповідає авгіту ( $Wo_{0,45}En_{0,34}Fs_{0,21}$ ). Зерна титаномagnetиту розміром до 0,2 мм становлять до 10 %, часто утворюють вrostки в ортопіроксені.

Основна маса в андезитах складена вулканічним склом, плагіоклазом, кліно-, ортопіроксеном, ільменітом і титаномagnetитом. Зерна плагіоклазу видовжені, орієнтовані в одному напрямі, їхній розмір змінний – від 0,001 до 0,1 мм. Крім форми виділень та їхнього орієнтування, зерна плагіоклазу основної маси відрізняються від фенокристалів за складом – вони кисліші, містять 45–65 % анортитового компонента. Розмір зерен орто- і клінопіроксену в основній масі коливається від 0,001 до 0,03 мм, склад змінюється від гіперстену ( $Fs_{0,55}En_{0,42}Wo_{0,03}$ ) до піжоніту ( $Fs_{0,53}En_{0,36}Wo_{0,11}$ ). Зазначимо, що, за даними праці [9], наявність піжоніту є доказом швидкої кристалізації розплаву за високої температури – близько 1 200 °С.

У другому лавовому потоці (взірець Lis16-2) наявні темно-сірі андезити з порфіровими вкрапленнями плагіоклазу й ортопіроксену (візуально становлять близько 30 % об'єму породи). Розмір фенокристалів плагіоклазу (~ 90 % від загальної кількості вкраплень) досягає 1,5 мм. Вміст анортитового компонента в мінералі – близько 81 %. Зерна часто містять включення силікатного розплаву, у якому кристалізувались піроксен і титаномagnetит, трапляються включення карбонатного розплаву (рис. 6).

Піроксени становлять 15 % від усіх вкраплень, представлені ромбічними й моноклінними зернами, розмір яких досягає 0,8 мм. Ортопіроксен – це гіперстен складу ( $En_{0,72}Fs_{0,26}Wo_{0,02}$ ); по периферії його зерен росте клінопіроксен піжонітового складу ( $En_{0,52}Fs_{0,29}Wo_{0,08}$ ) (рис. 7).

В основній масі переважають зерна плагіоклазу, які мають розмір до 0,3 мм, видовжену форму й орієнтовані в одному напрямі. Вміст анортитового компонента становить 53–66 %, причому виявлено таке: що менший розмір зерен, то нижчий вміст цього компонента в мінералі. Зерна клінопіроксену розміром до 0,05 мм (зрідка – до 0,1 мм) за складом відповідають піжоніту й авгіту. Трапляються апатит і кварц, причому завжди в асоціації з сидеритом.

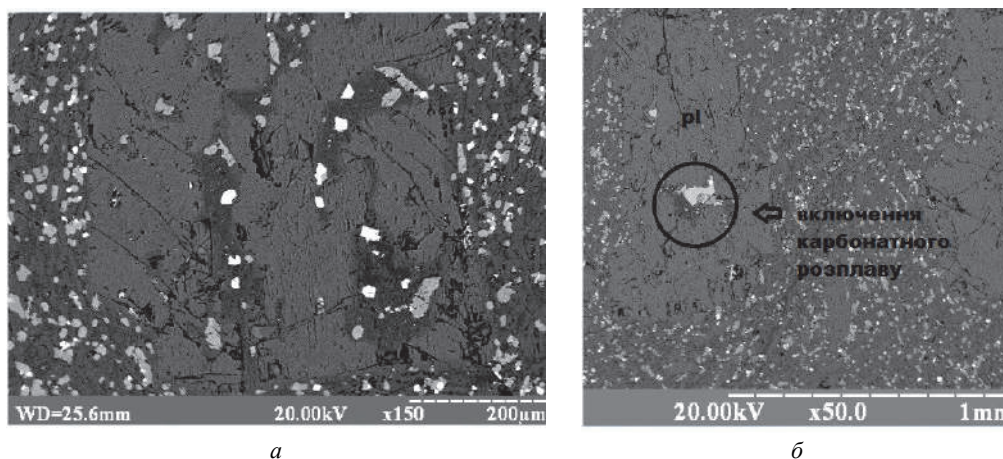


Рис. 6. Зерна плагіоклазу з включеннями силікатного (а) та карбонатного (б) розплаву. Андезити другого лавового потоку.



**Третій лавовий потік** (взірець KS-46) складений темно-сірими андезитами з фенокристалами плагіоклазу, орто-, клінопіроксену і сидериту (становлять ~ 25 % породи). Головним мінералом вкраплень є плагіоклаз (~ 85 % від загальної кількості), розмір зерен якого досягає 2–3 мм. Виділено дві генерації плагіоклазів (рис. 8). Перша – це зерна розміром 0,2–1,5 мм, які містять звичайні розплавні вclusions, друга – зерна розміром до 2 × 3 мм, які обростають виділення карбонатного розплаву й містять його розплавні вclusions. Вміст анортитового компонента в мінералі обох генерацій однаковий – 88–90 %.

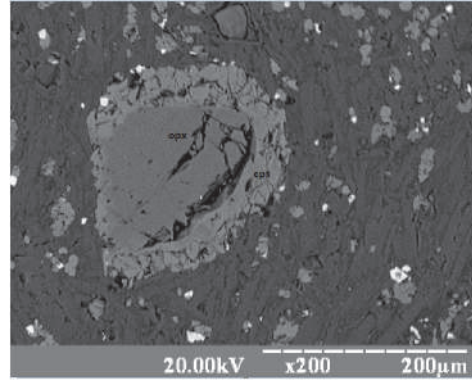


Рис. 7. Розвиток орто- і клінопіроксену (срх) в андезитах другого лавового потоку.

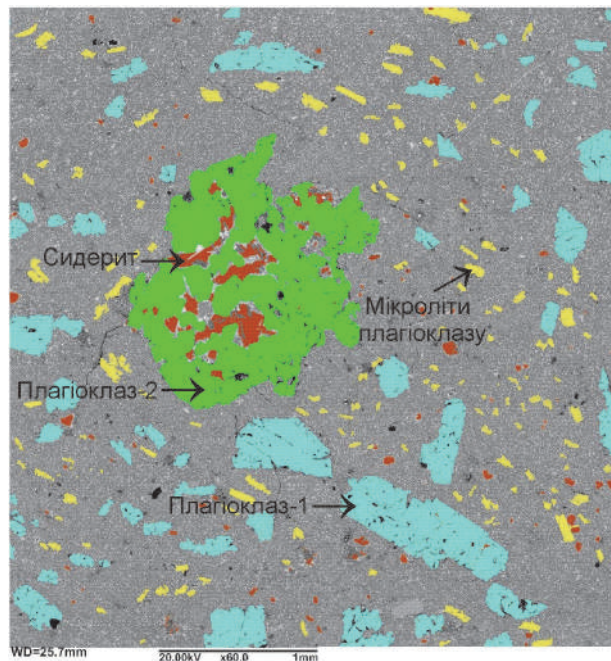


Рис. 8. Андезити третього лавового потоку, які містять вкраплення плагіоклазу двох генерацій, його мікроліти та сидерит.

Орто- і клінопіроксени становлять близько 10 % від загальної кількості вкраплень, їхній розмір подекуди сягає 0,5 × 1,0 мм (рис. 9). Склад ортопіроксену варіює від гіперстену ( $En_{0,68}Fs_{0,29}Wo_{0,03}$ ) до феросиліту ( $Fs_{0,58}En_{0,39}Wo_{0,03}$ ). Зерна мають чітку зональність. Виявлено, що в пізніше утворених зернах вміст Fe порівняно з Mg зростає. Клінопіроксени представлені авгітом складу ( $En_{0,44}Wo_{0,42}Fs_{0,14}$ ). Вкраплення сидериту (~ 5 %) звичайно мають розмір до 0,2 × 0,1 мм. Навколо сидеритових зерен часто видно облямівку піжоніту в асоціації з титаномagnetитом.

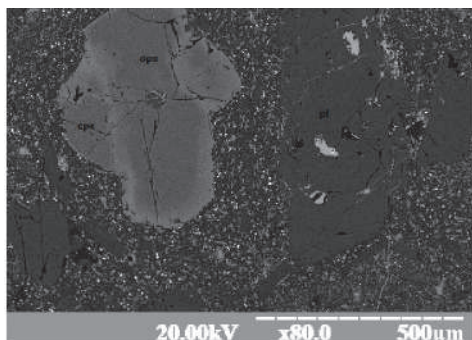


Рис. 9. Зерна плагіоклазу, орто- і клінопіроксену в андезитах третього лавового потоку.

Основна маса в породах складена вулканічним склом, плагіоклазом, кліно-, ортопіроксенном, ільменітом і титаномагнетитом, зрідка трапляється рогова обманка. Зерна плагіоклазу мають видовжену форму, орієнтовані в одному напрямі, розмір – 0,3 мм. Вміст анортитового компонента становить 54–69 %. Як і в андезитах другого лавового потоку, зафіксовано зменшення вмісту анортитового компонента в зернах меншого розміру. Піроксени в основній масі представлені зернами розміром до 0,05 мм, хімічний склад яких відповідає піжоніту – від  $(En_{0,52}Fs_{0,38}Wo_{0,10})$  до  $(En_{0,53}Fs_{0,41}Wo_{0,06})$ .

Темно-сірі андезити **четвертого лавового потоку** (взірці KS-46-1, Lis16-1) містять фенокристали плагіоклазу, ортопіроксену й сидериту, які візуально становлять близько 20 % породи. Серед вкраплень переважають зерна плагіоклазу (близько 85 %) розміром до 1,5 мм. Як і в породах третього потоку, тут є дві генерації мінералу, проте зерна без включень карбонатного розплаву дуже рідкісні. Загалом наявні зерна, які обростають виділення карбонатного розплаву, і зерна, у яких карбонатний розплав заповнив тріщини. Вміст анортитового компонента у плагіоклазі вкраплень коливається від 82 до 93 %. Ортопіроксен (до 10 % усіх вкраплень) представлений зернами розміром до  $0,5 \times 1,0$  мм і гіперстенового складу – від  $(En_{0,71}Fs_{0,26}Wo_{0,03})$  до  $(Fs_{0,69}En_{0,29}Wo_{0,02})$ ; містить включення піротину. Вміст сидериту у вкрапленнях не перевищує 5 %. Це зерна розміром 0,1–0,2 мм, звичайно з характерною облямівкою піжоніту й титаномагнетиту. Основна маса в андезитах складена плагіоклазом (60–71 % анортитового компонента), гіперстеном, піжонітом і титаномагнетитом. Трапляються краплі карбонатного розплаву, змішані з основною масою; у таких скупченнях виявлено ще апатит, циркон та ільменіт.

Варіації хімічного складу породоутворювальних мінералів з андезитів усіх чотирьох лавових потоків матеківського комплексу узагальнено на відповідних трикутних діаграмах: для плагіоклазів – на діаграмі Na–K–Ca (рис. 10), для піроксенів – Mg–Ca–Fe (рис. 11).

**Розплавні включення в мінералах.** В андезитах першого лавового потоку розплавні включення виявлено в кристалах плагіоклазу й ортопіроксену. У плагіоклазах вони розкристалізовані, мають розмір до 0,05 мм, розташовані паралельно до граней росту кристалів (рис. 12). Також у плагіоклазах ми відшукали включення карбонатного розплаву. Під час їхнього вивчення отримано цікаві й оригінальні дані, хоча ми трактуємо їх як попередні, потрібні ще додаткові дослідження. Зазначимо, що сидерит у породах Вигорлат-Гутинського хребта описували й раніше, однак його виділення пов'язували з гідротермальними змінами порід [12]. В ортопіроксені включення нерозкристалізовані, мають розмір до 0,02 мм, представлені вулканічним склом і газовим пухирцем, іноді у включенні трапляється зерно титаномагнетиту або рогової обманки.

З діаграми  $SiO_2-(Na_2O+K_2O)$ , на яку нанесено фігуративні точки складу вулканічного скла з включень у піроксенах першого лавового потоку (рис. 13), можна зробити висновок, що розплави, які потрапляли у включення в ортопіроксенах, мали кислий склад, головню дацитовий і ріолітовий.

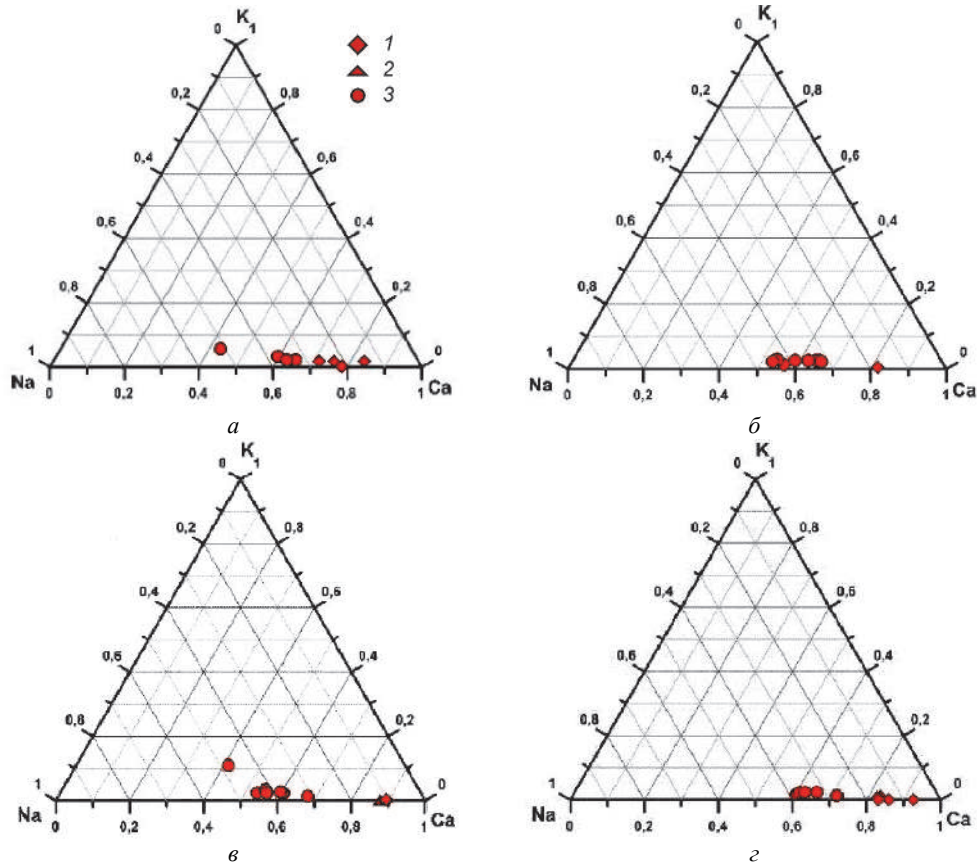


Рис. 10. Положення фігуративних точок складу плагіоклазів на трикутній діаграмі Na–K–Ca:  
1 – із вкраплень; 2 – із вкраплень з сидеритом; 3 – з основної маси породи. Лавові потоки андезитів матеківського комплексу: а – перший, б – другий, в – третій, г – четвертий.

В андезитах другого лавового потоку розплавні вclusions виявлено у плагіоклазах. Вони розкристалізовані, мають розмір від 0,02 до 0,30 мм, містять порівняно великі зерна піроксенів і титаномагнетиту. Також є вclusions карбонатного розплаву разом з кварцом. У породах третього й четвертого лавових потоків розплавні вclusions ми відшукали теж лише у вкрапленнях плагіоклазу. Вони розкристалізовані, розміром 0,02–0,10 мм, розташовані хаотично – і в центрі кристалів, і на периферії. На рис. 14, 15 показано порядок кристалізації мінералів у вclusions у плагіоклазі з андезитів, відповідно, третього й четвертого лавових потоків: плагіоклаз, який утворює облямівку по периферії вclusions, → клінопіроксен, магнетит (титаномагнетит) → калієвий польовий шпат, кварц.

Отже, результати мінералого-геохімічних і петрохімічних досліджень мінералів, які відібрано з різних частин чотирьох лавових потоків матеківського комплексу в каменоломні Лісарня (північно-західна частина Вигорлат-Гутинського вулканічного пасма), засвідчили таке. Породи лавових потоків представлені темно-сірими андезитами, які містять порфірові вкраплення плагіоклазу, орто- і клінопіроксену, титаномагнетиту, си-



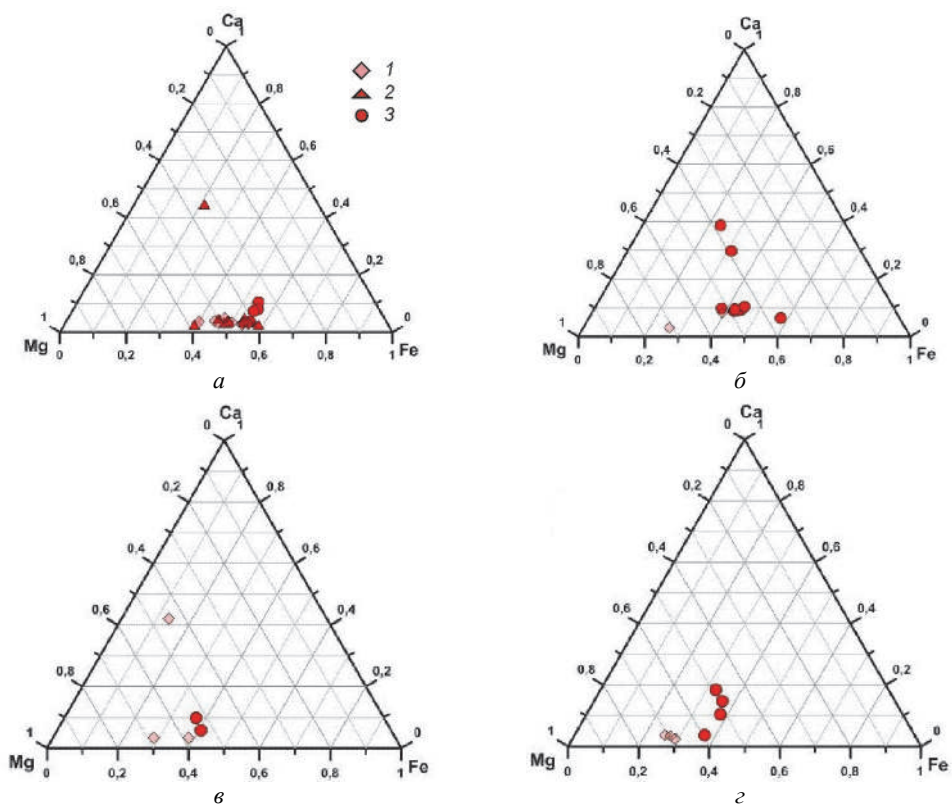


Рис. 11. Положення фігуративних точок складу піроксенів на трикутній діаграмі Mg–Ca–Fe. Позначення ті ж, що й на рис. 10.

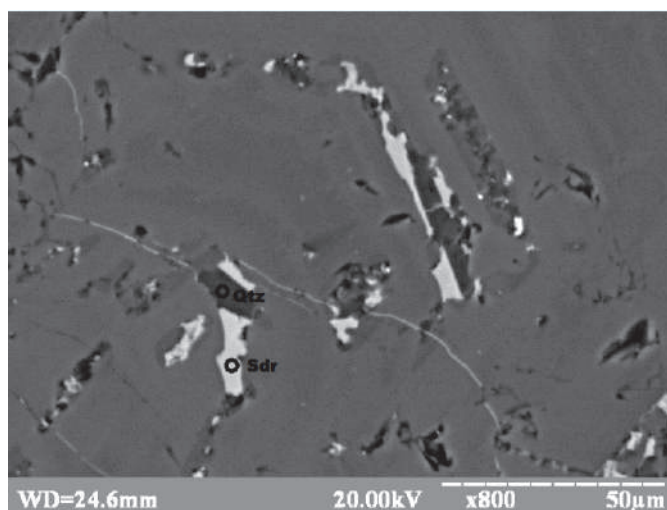


Рис. 12. Включення сидериту і кварцу (Qtz) у плагіоклазі з андезитів першого лавового потоку.

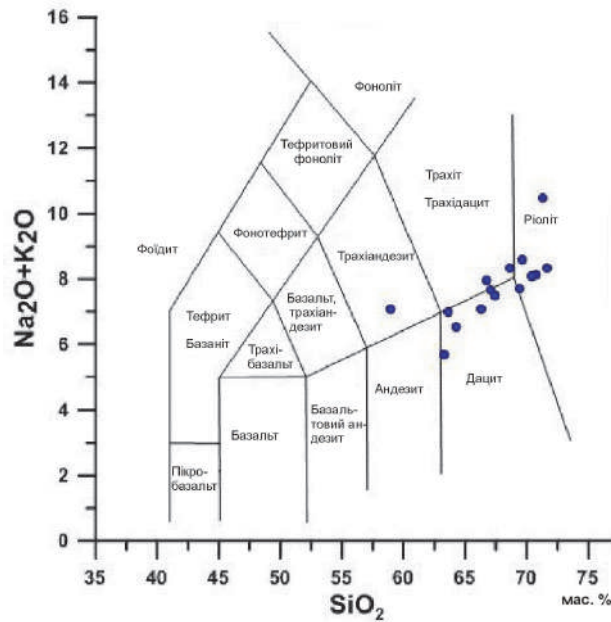


Рис. 13. Положення фігуративних точок складу вулканічного скла з включень в ортопіроксенах з андезитів першого лавового потоку на бінарній діаграмі  $\text{SiO}_2$ – $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ .

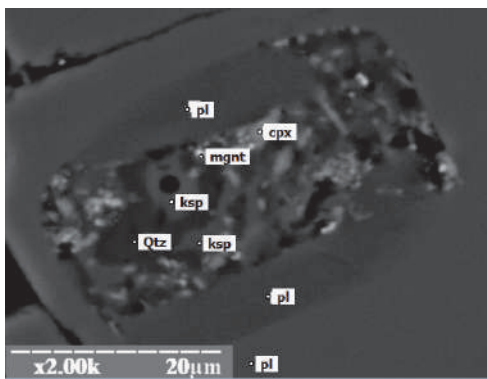


Рис. 14. Порядок кристалізації мінералів у розплавних включеннях у плагіоклазі андезитів третього лавового потоку (взірець KS-46): плагіоклаз → клінопіроксен, магнетит → калішпат (ksp), кварц.

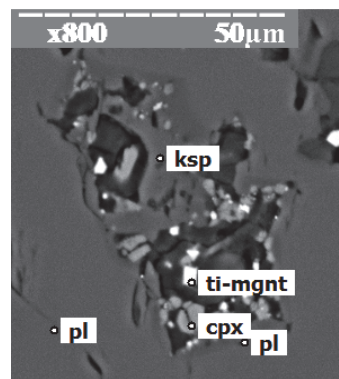


Рис. 15. Порядок кристалізації мінералів у розплавних включеннях у плагіоклазі андезитів четвертого лавового потоку (взірець KS-46-1): плагіоклаз → клінопіроксен → титаномангнетит, калішпат, кварц.

дериту, а також гломеропорфірові зростки кристалів цих мінералів. Визначено варіації хімічного складу плагіоклазів і піроксенів.

У фенокрисалах плагіоклазу й ортопіроксену ідентифіковано розплавні включення. У плагіоклазах включення розкристалізовані, мають кислий склад, містять кварц і калішпат, натомість в ортопіроксенах включення нерозкристалізовані, складені вулканічним склом, іноді з клінопіроксеном або титаномангнетитом.

У мінералах виявлено включення карбонатного розплаву, а в породах – нетипові сингенетичні вкраплення сидериту, що свідчить про можливу участь лужних магм у процесі становлення вулканічних апаратів цього району. Для остаточного з'ясування цього питання потрібні додаткові дослідження.

На підставі виконаного комплексу досліджень зроблено висновок про змішуваність магм ріолітового й дацитового складу з високотемпературними базальтовими і лужними магмами під час формування ефузивної товщі Вигорлат-Гутинського пасма.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гончарук А. Ф. Эндогенное оруденение андезито-базальтовой формации Закарпаття / А. Ф. Гончарук. – Киев : Наук. думка, 1982. – 168 с.
2. Данилович Л. Г. Геолого-петрографічна характеристика вулканічного комплексу хребта Оаш (Закарпаття) / Л. Г. Данилович. – К. : Вид-во АН УРСР, 1963. – 94 с.
3. Данилович Л. Г. Кислый вулканизм Карпат / Л. Г. Данилович. – Киев : Наук. думка, 1976. – 146 с.
4. Золотухін В. В. Геолого-петрографічні дослідження Чорної гори та прилеглих районів Закарпаття / В. В. Золотухін. – К. : Вид-во АН УРСР, 1960. – 174 с.
5. Короновский Н. В. Геология и история формирования стратовулканов Синяк / Н. В. Короновский, Н. А. Солодкова // Тр. Лаборатории палеовулканологии. – Алма-Ата, 1964. – Вып. 3. – С. 115–135.
6. Костюк В. П. Геолого-петрографічний нарис магматизму Карпат / В. П. Костюк. – К. : Вид-во АН УРСР, 1961. – 157 с.
7. Лазаренко Э. А. Металлогения Закарпаття / Э. А. Лазаренко, М. К. Гнилко, В. Н. Зайцева. – Львов : Изд-во Львов. ун-та, 1968. – 173 с.
8. Ляшкевич З. Деякі мінералого-петрохімічні дані про генезис кайнозойських магм Карпатського регіону / З. Ляшкевич // Мінерал. зб. – 2011. – № 61, вип. 2. – С. 44–51.
9. Ляшкевич З. М. Клинопироксены мезозойских вулканитов Украинских Карпат как индикатор геодинамической обстановки магматизма / З. М. Ляшкевич, А. С. Варичев, В. Н. Ткач // Минерал. журн. – 1995. – Т. 17, № 5. – С. 40–45.
10. Малеев Е. Ф. Неогеновый вулканизм Закарпаття / Е. Ф. Малеев. – М. : Наука, 1964. – 250 с.
11. Мерлич Б. В. Особенности неогенового магматизма глубинных разломов Закарпаття / Б. В. Мерлич, С. М. Спитковская // Геол. сб. Львов. геол. об-ва. – 1965. – № 9. – С. 55–68.
12. Мерлич Б. В. Глубинные разломы, неогеновый магматизм и оруденение Закарпаття / Б. В. Мерлич, С. М. Спитковская. – Львов : Вища школа, 1974. – 176 с.
13. Минералогия Закарпаття / Е. К. Лазаренко, Э. А. Лазаренко, Э. К. Барышников, О. А. Малыгина. – Львов : Изд-во Львов. ун-та, 1963. – 614 с.
14. Мінерали Українських Карпат. Процеси мінералоутворення / [О. Матковський, П. Білоніжка, Д. Возняк та ін.]. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 584 с.
15. Мінерали Українських Карпат. Силікати / [О. Матковський, В. Квасниця, І. Наумко та ін.]. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 520 с.
16. Наумко І. Сучасний стан вивченості флюїдного режиму формування орогенних магматичних формацій Закарпаття (за включеннями розплавів у мінералах) /

- І. Наумко, Т. Бринський, Л. Скакун // Десяті наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка : матеріали. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2016. – С. 70–72.
17. Петрография неогеновых вулканических и гипабиссальных пород Советских Карпат / [В. С. Соболев, В. П. Костюк, А. П. Бобриевич и др.]. – Киев : Изд-во АН УССР, 1955. – 248 с.
  18. Приходько М. Геологічна будова Закарпатського прогину : Звіт по темі “Кореляція неогенових відкладів Закарпатського прогину України та Східнословачької западини Словаччини”. – Берегове, 2004. – 173 с.
  19. Расточинская Н. С. Объяснительная записка к геологической карте масштаба 1:200 000 листа М-34-XXIX / Н. С. Расточинская, Е. Ф. Малеев, Л. В. Соколова. – М., 1962. – 87 с.
  20. Соболев В. С. Петрография неогеновых вулканических пород Ужгород-Хустского хребта / В. С. Соболев, Н. С. Варганова, О. Н. Горбачевская // Тр. Львов. геол. об-ва. Сер. петрогр. – 1947. – Вып. 1. – 58 с.
  21. Тектоно-магматическая эволюция Карпат / [З. М. Ляшкевич, А. П. Медведев, Ю. З. Крупский и др.]. – Киев : Наук. думка, 1995. – 132 с.
  22. Frezzotti M.-L. Silicate-melt inclusions in magmatic rocks: applications to petrology / M.-L. Frezzotti // Lithos. – 2001. – Vol. 55. – P. 273–299.
  23. K-Ar dating of Neogene calc-alkaline volcanic rocks from Transcarpathian Ukraine / Z. Pecskaĵ, I. Seghedi, H. Downes [et al.] // Geologica Carpathica. – 2000. – Vol. 51, N 2. – P. 83–89.
  24. Lee J. Glass inclusions in Mariana arc phenocrysts : A new perspective on magmatic evolution in a typical intra-oceanic arc / J. Lee, R. J. Stern // J. Geol. – 1998. – Vol. 106. – P. 19–33.
  25. Neogene-Quaternary volcanic forms in the Carpathian-Pannonian region: a review / J. Lexa, I. Seghedi, K. Németh [et al.]. // Cent. Eur. J. Geosci. – 2010. – Vol. 2, Is. 3. – P. 207–270.

*Стаття: надійшла до редакції 11.10.2017  
прийнята до друку 28.11.2017*



**PETROCHEMICAL FEATURES AND MELT INCLUSIONS  
IN MINERALS OF MATEKIVSKYI COMPLEX ANDESITES  
IN THE LISARNIA QUARRY  
(VYHORLAT-HUTYNSKE VOLCANIC RIDGE,  
UKRAINIAN CARPATHIANS)**

**I. Naumko<sup>1</sup>, L. Skakun<sup>2</sup>, T. Brynskyi<sup>1</sup>, R. Serkiz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of NASU,  
3a, Naukova St., 79060 Lviv, Ukraine  
E-mail: igggk@mail.lviv.ua*

<sup>2</sup>*Ivan Franko National University of Lviv,  
4, Hrushevskiyi St., 79005 Lviv, Ukraine  
E-mail: lzkakun@gmail.com*

We studied volcanites of the Vyhorlat-Hutynske ridge (Ukrainian Carpathians) in quarries located in the interfluvium of Uzh and Latorytsia, especially in terms of their petrochemical characteristics and the presence of melt inclusions in minerals. Our attention was attracted by the effusive rocks of the Matekivskiyi complex, exposed in the Lisarnia quarry.

Neogenic volcanic rocks of Transcarpathia are the part of the calc-alkali volcanic belt of the Inner Carpathians (the time of formation – from 13.8 to 9.1 million years ago). These rocks are widespread in the south-western part of Transcarpathia, where they now stand out in the form of three geomorphological structures: Soltovynska basin, Berehivske hill country and Vyhorlat-Hutynske volcanic ridge. This ridge is parallel to the Carpathian folded structure and is adjacent to it; it is formed from a number of large stratovolcanoes, which actually “merged” with each other. Lisarnia quarry is located in the southwestern part of the stratovolcano Syniak (about 10 km north of the city of Mukachevo). The stratovolcano is composed of three volcanic complexes – Matekivskiyi, Syniatskiy and Obavskiy. The rocks of Lisarnia quarry belong to the Matekivskiyi complex and are the products of the earliest eruptions of the volcanoes Syniak and Boryliv Dil. Four lava flows of dark gray andesites are exposed, between which there are layers of agglomerate breccia.

Andesites contain porphyry phenocrysts of plagioclase, ortho- and clinopyroxene, titanomagnetite, siderite, and glomeroporphyritic growths of these minerals crystals. The variations in the chemical composition of plagioclases and pyroxenes are determined. In particular, the content of anorthite component in plagioclases from the phenocrysts varies from 70–85 % in the rocks of the first lava flow to 82–93 % in the rocks of the fourth. Pyroxene phenocrysts are represented by hypersthene, ferrosilite, pigeonite and augite.

Plagioclases from the groundmass have more acid composition than that in the phenocrysts: the content of the anorthite component varies from 45–65 % (the first lava flow) to 60–71 % (the fourth one). Among the pyroxenes of groundmass, hypersthene, pigeonite and augite have been defined.

Melt inclusions have been identified in the phenocrysts of plagioclase and orthopyroxene. In plagioclases inclusions are crystalline, have an acidic composition, contain quartz and common potash feldspar, whereas in the orthopyroxenes inclusions are non-crystallized, composed of volcanic glass, sometimes with clinopyroxene or titanomagnetite.

We discovered the inclusions of carbonaceous melt in the minerals, and atypical syngenetic inclusions of siderite in the rocks, which indicates the possible involvement of alkaline magmas in the formation of volcanoes in the area. Further research is needed to finalize this issue.

On the basis of the performed research complex, a conclusion was made on the possible mixing of rhyolite and dacite magmas with high-temperature basaltic and alkaline magmas during the formation of the Vyhorlat-Hutynske ridge effusive strata.

*Key words:* plagioclase, orthopyroxene, clinopyroxene, siderite, fluid inclusions, melt, andesites, Vyhorlat-Hutynske volcanic ridge, Ukrainian Carpathians.