

РЕГІОНАЛЬНА ТА ГЕНЕТИЧНА МІНЕРАЛОГІЯ

УДК 549.641(477)

Д.К. ВОЗНЯК, С.Г. КРИВДІК, Ю.А. ГАЛАБУРДА, О.В. ДУБИНА, С.С. ОСТАПЕНКО

АПАТИТ З ГАБРОЇДІВ ДАВИДКІВСЬКОГО МАСИВУ (УКРАЇНСЬКИЙ ЩИТ): АСПЕКТИ МІНЕРАЛОГІЇ І ГЕНЕЗИ

Комплексом методів (зоніометричним, рентгенлюмінесцентним, ГЧ-спектроскопічним, визначенням хімічного складу та ін.) досліджено кристали апатиту із Давидківського габро-сієнітового масиву (Коростенський плутон Українського щита). Детальніше вивчалися магматичні (розплави) включення і, зокрема, визначалась загальна густина їх вмісту ($3,0 \pm 0,1$ г/см³, чотири заміри). Оскільки динамічна в'язкість магматичного розплаву мала, то він за густиною може розділяти мінерали в магматичній камері на ті, що осідають на її дно (апатит, ільменіт, титаномагнетит, олівін, піроксен), і ті, що впливають і займають її верхню частину (калішпат, плагіоклаз). Механізми гравітаційного осадження і конвекційних потоків у магматичній камері, імовірно, визначали умови формування масиву.

ВСТУП

Давидківський габро-сієнітовий масив розміщений на північно-східній околиці Коростенського плутону. Він має округлу форму і концентрично-зональну будову з центриклинальним падінням контактів (рис. 1). На рівні сучасного ерозійного зрізу цей масив складений переважно сієнітами, лише периферійна його частина на заході і півдні у вигляді облямівки шириною 150-300 м представлена габро-діабазами і габро (рис. 2). Можливо, ця облямівка оточує масив з

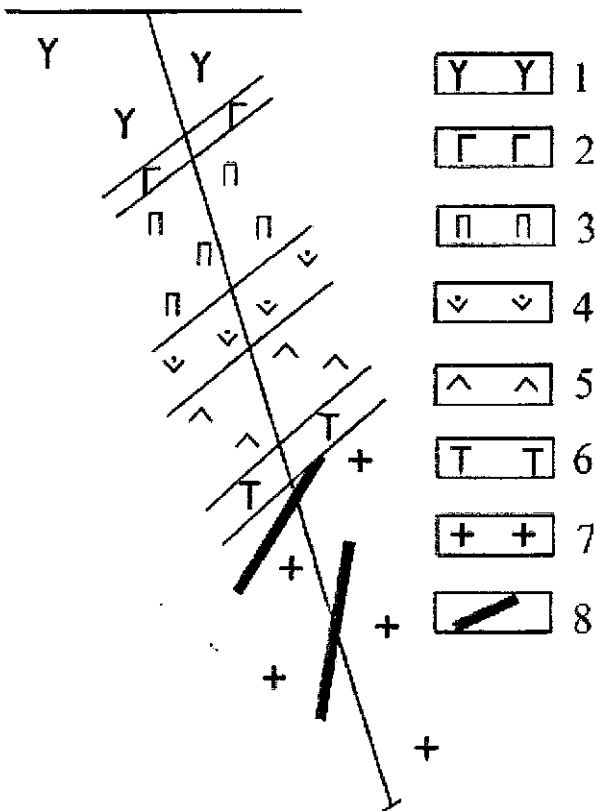


Рис. 1. Схематичний геологічний розріз південно-східної околиці Давидківського масиву, [3]; 1 - сієніти; 2 - лейкократове габро; 3 - плагіоклазити; 4 - збагачені апатитом габро-діабази; 5 - мезократові і лейкократові габродіабази (чергування); 6 - збагачені ільменітом троктоліти; 7 - вмісні гранітоїди; 8 - жильні габро-діабази.

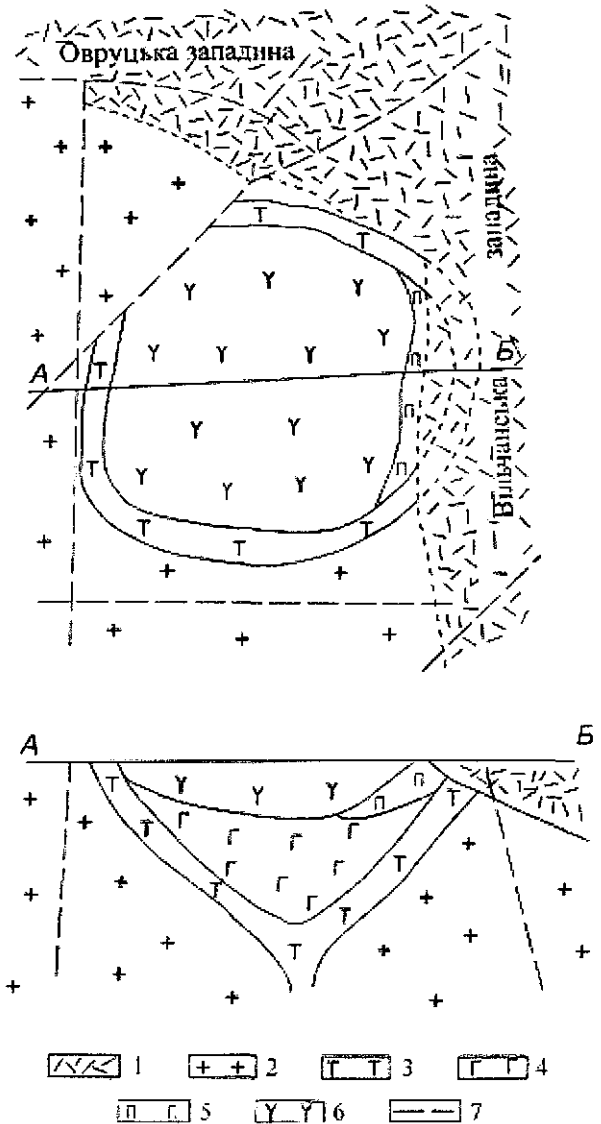


Рис. 2. Схема геологічної будови Давидківського масиву і передбачуваний розріз по лінії А - Б [3] з деякими доповненнями; 1 - осадково-вулканогенні утворення Овруцької і Вільчанської западин; 2 - вмісні гранітоїди; 3 - основні породи крайової бічної групи; 4 - ультраосновні і основні породи розшарованої серії; 5 - плагіоклазити розшарованої серії; 6 - сієніти розшарованої серії; 7 - лінії розломів.

© Д.К. Возняк, С.Г. Кривдик, Ю.А. Галабурда, О.В. Дубина, С.С. Остапенко 2010

усіх сторін. Потужність сієнітів в центральній частині масиву за даними буріння досягає 539 м (св. 175). Між сієнітами та габроїдами у східній частині масиву встановлено лейкократові андезинові плагіоклазити, які суцільним чи переривчастим кільцем розташовані навколо сієнітів, занурюючись під них. Серед габроїдів виявлені рудні апатит-ільменітові відміни. Геологічна будова та склад Давидківського масиву найкраще пояснюються з позиції розшарованих інтрузій. Стратифікаційна будова масиву і розміщення більш важких порід (габроїдів) в нижній частині та більш легких (сієнітів) в верхній частині масиву є характерною ознакою відомих розшарованих інтрузій [3].

Давидківський масив залягає серед гранітоїдів, які в екзоконтакті його ороговиківані і інтенсивно змінені. Переважають мікроклін-плагіоклазові гранітоїди, трапляються також плагіоклазові з реліктовим діопсидом. Вік Давидківського масиву, який перебивають вулканіти Овруцької западини (імовірно, одновікової з Вільчанською), дорівнює 1,75 млрд рр. [7]. Стратиграфічне (гіпсометричне) положення порід Давидківського масиву знизу вгору наступне: габро-діабази – габро-плагіоклазити – сієніти. Імовірно, в такій же послідовності відбувалось формування цих порід.

Головні мінерали габро-діабазів: плагіоклаз, піроксен, олівін, калішпат, другорядні і акцесорні мінерали – біотит, амфібол, піротин, пірит, халькопірит, марказит, циркон, баделейт. Плагіоклаз низької основності (№ 28, 30), але в апатитових габро-діабазях і збагачених ільменітом троктолітах трапляється плагіоклаз і № 50. Піроксен моноклінний, в шліфах рожевуватокоричневого забарвлення, титанистий (з невисоким вмістом титану). Олівін є одним із найбільш ранніх мінералів, вміст його в різних відмінах габро-діабазів непостійний, в збагачених ільменітом троктолітах його до 50-60 %, іноді містить включення ільменіту, магнетиту, апатиту. Калішпат оптично гомогенний, нездвійникований, рідко трапляються субмікроскопічні пертити. Виступає у вигляді ксеноморфних зерен між плагіоклазом і темноколірними мінералами. Вміст калішпату у породі 5-10 %. Ільменіт і титаномангнетит характерні мінерали усіх основних порід, їх вміст більший у меланократових і рудних відмінах і в нижніх частинах розриву. Ідіоморфні октаедричні кристали титаномангнетиту і пластинчасті кристали ільменіту спостерігаються у вигляді включень в польових шпатах, піроксені, олівіні, рідко в апатиті. Склад супутнього з титаномангнетитом ільменіту майже відповідає стехіометричному: лише 0,9-1,1 % MnO і до 1,6 % Fe₂O₃. Ці дані, а також незначна окисненість заліза в піроксенах свідчать про низький потенціал кисню під час формування основних порід Давидківського масиву [3]. Результати дослідження апатиту, як постійного мінералу усіх основних порід цього масиву, будуть розглянуті нижче.

Сієніти Давидківського масиву мезо-, і меланократові, з глибиною від центру до периферії у них дещо збільшується кількість темноколірних мінералів. Мінеральний склад: польові шпати – пертитові калішпати, які за вмістом переважають альбіт і змінений плагіоклаз; темноколірні мінерали – піроксен, значно менше амфіболу і біотиту; акцесорні мінерали – апатит, циркон і баделейт.

Давидківський масив є типовим представником габро-сієнітової формації, породи якої в геохімічному

відношенні збагачені на титан і фосфор [4]. За деякими рисами геологічної будови Давидківський масив подібний до Октябрського масиву в Приазов'ї. В обох випадках сієніти мають облямівку з основних порід, є ще деякі спільні риси. Однак в Давидківському масиві відсутні чи поки що не виявлені нефелінові сієніти, так характерні для Приазовського масиву.

Як для габроїдних порід, так і для сієнітів Давидківського масиву характерним акцесорним мінералом є апатит, який є найбільш раннім або одним з найбільш ранніх мінералів. За даними хімічного аналізу він відповідає фторапатиту з підвищеним вмістом рідких земель церієвої групи: 0,8-1,0 % TR₂O₃ для габроїдних порід і 1,0-1,25 % TR₂O₃ для сієнітів. Із інших акцесорних мінералів усіх основних порід масиву потрібно відмітити циркон і баделейт [4].

Для вивчення включень мінералоутворювального середовища нами виділено кристалики апатиту з протолочок таких зразків з колекції С.Г. Кривдіка (284/св. 197, гл. 208,7 м; 287/св. 197, гл. 214,7 м; 283/св. 197, гл. 202,5 м; 306/св.832, гл. 154,6 м; 307/св. 832, гл. 159 м – всі габро та 244/св. 844, гл. 242 м і 246/св. 824, гл. 256 – сієніти). Із габро отримано достатньо велику для дослідження кількість кристалів апатиту, а з сієнітів – лише окремі уламки майже непрозорих виділень апатиту і поодинокі уламки напівпрозорих кристалів.

У фракціях 1-0,25 мм переважають ізометричні уламки кристалів апатиту з гранями гексагональної призми {1010}, значно рідше кристали з однією і, як виключення, з двома ограненими головками, що утворені гранями біпіраміди {1011}. Непошкоджені кристали апатиту, що потрапили в протолочки, мають короткостовпчастий, довгостовпчастий і голчастий обрис, видовження якого інколи перевищує 5:1. Апатит безбарвний, водяно-прозорий або слабо забарвлений в жовтуватозелений колір. З глибиною відбору зразків забарвлення апатиту стає дедалі густішим і майже не трапляються водяно-прозорі різновиди. Кристали апатиту часто розбиті поперечними тріщинами, які іноді виповнені піритом (електронно-зондове визначення). Апатит містить включення біотиту, польових шпатів.

Апатит у значних кількостях трапляється у габроїдах, де він асоціює з ільменітом, титаномангнетитом і піроксенами. Кристали апатиту, розміром до 1,5-2,0 мм (рис. 3) відзначаються біпірамідально-призматичним габітусом. Його основні форми: призми {1010}, {1120}, зазвичай слабкорозвинена біпіраміда {1011}, іноді трапляється пінокоїд (заміри проводилися на двокружному гоніометрі). Ребра кристалів іноді згладжені. Колір кристалів змінюється від безбарвного до жовтуватозеленого, світло-зеленого. $n_o = 1,634-1,636$; $n_e = 1,630-1,632 \pm 0,002$.

За даними хімічного аналізу апатит має такий склад (% від маси): SiO₂ – 0,85; Fe₂O₃ – 0,61; CaO – 54,29; MgO – 0,50; P₂O₅ – 40,60; K₂O – 0,09; Na₂O – 0,04; F – 3,18. Сума – 100,16. Він відзначається малим вмістом рідкісних земель [1]. Хімічний склад апатиту (рудне лейкократове габро, взірець 306/св. 832, гл. 154,6 м) за результатами електронно-зондового аналізу (JXA-5, ІГМР ім. М.П. Семененка НАН України) (% від маси): SiO₂ – 0,60; CaO – 55,69; Fe₂O₃ – 0,04; La – 0,02; Y₂O₃ – 0,00; MnO – 0,00; Na₂O, K₂O – 0,00; P₂O₅ – 42,65. Сума – 99,00.

Спектр рентгенолюмінесценції відзначається наявністю у мінералі рідкісноземельних іонів (Ce³⁺,

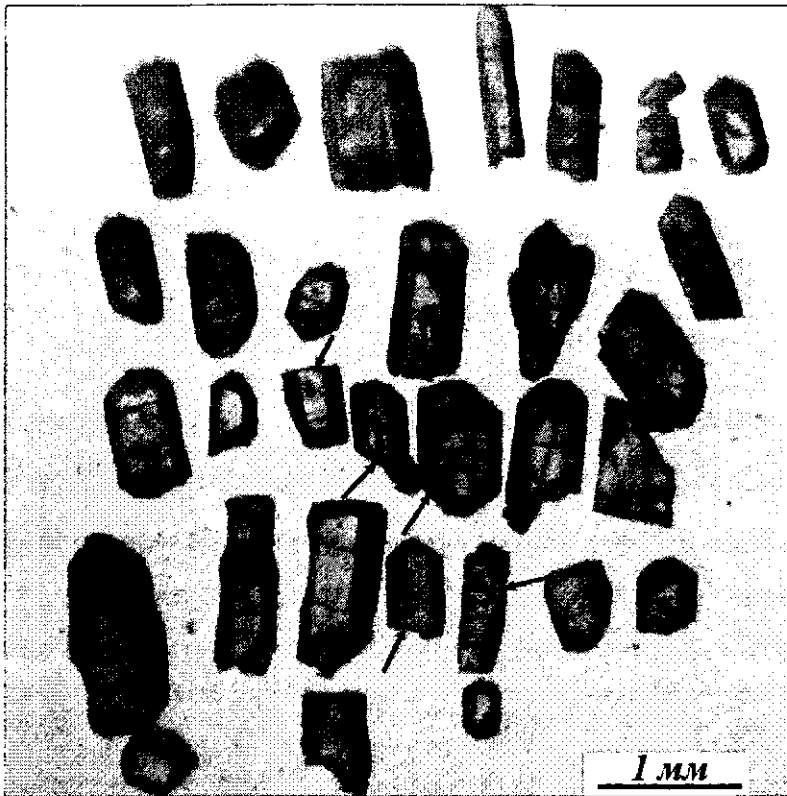


Рис. 3. Загальний вигляд кристалів апатиту Давидківського масиву (зразок 306/св. 832, гл. 154,6 м). Видовжені темні виділення у деяких кристалах – первинні включення негативної форми. Стрілками відмічені більшого розміру флюїдні включення видовженої призматичної форми. За видовженням вони паралельні L_c кристалів апатиту.

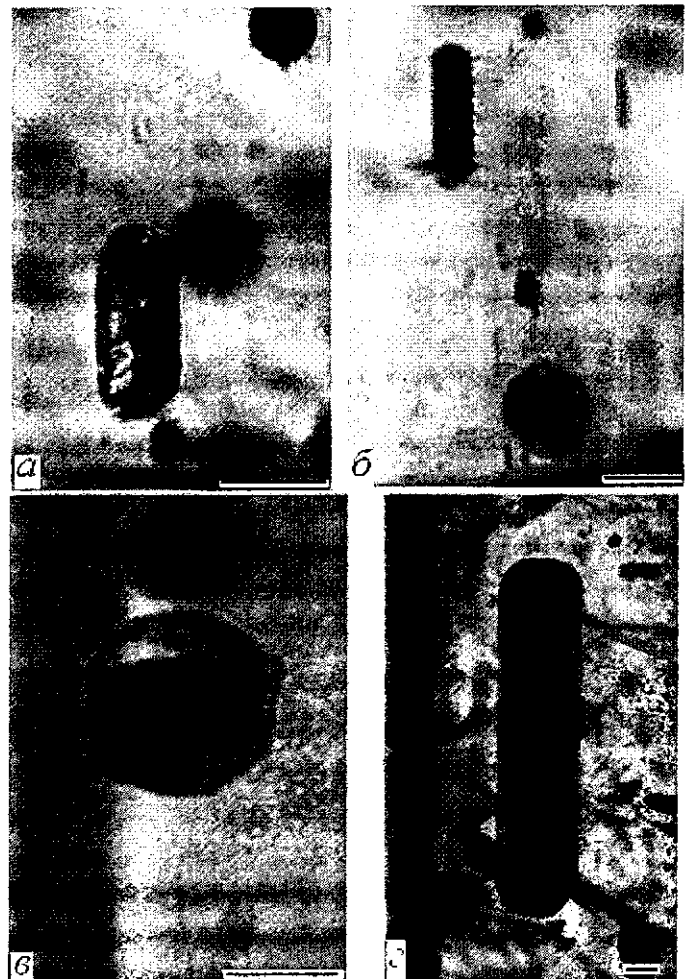
включення переважно належать до первинних. Серед них трапляються включення гетерогенного захоплення (рис. 4, в). Форма включень різна: від видовжених негативних кристалів до ізометричних виділень. Зазвичай великого розміру (до 100-250 мкм) видовжені включення, що за формою відповідають негативному кристалу, перетинаються поперечними залікованими тріщинами (рис. 4, з). Флюїд, що їх заліковував, викликав певні зміни вмісту таких первинних (за первісним вмістом) включень, тому їх не слід залучати до визначення температур гомогенізації (Т_г). Дрібні (20-50 мкм) включення мають переважно ізометричну або видовжено-призматичну (голчасту) форму. Останні приурочені до периферійних ділянок кристалів апатиту. Нагрівання включень супроводжується плавленням мінеральних фаз і утворенням скла. Газові бульбашки легко переміщуються у порожнині включень, що свідчить про малу в'язкість магматичного розплаву. Подальше нагрівання (~ 900°C) включень призводить до існування лише двох фаз – розплаву і газу. Більшість включень, що не розтріскалися при нагріванні або не були пошкоджені іншими тріщинами, не вдається згомогенізувати. За температури ≥ 1250 °C форма включень суттєво змінюється: внаслідок плавлення стінок мінералу збільшується об'єм включення і самої газової фази. Т_г голчастих включень

Eu²⁺, Dy³⁺, Sm³⁺, Nd³⁺) та іонів Mn²⁺. Випромінювання рідкісноземельних іонів дозволяє віднести його спектр до специфічного "європей-самарієвого" типу. Відсутність випромінювання Gd³⁺ та Tb³⁺ свідчить на суттєво церієвий склад домішкових рідкісноземельних елементів [1]. На ІЧ-спектрах апатиту (область 400-3700 см⁻¹, спектрометр UR-20, аналітик С.В. Геворк'ян) фіксується смуга 750 см⁻¹, яка вказує на присутність у мінералі пірофосфатної групи Р-О-Р. Вона відзначалася і раніше у високотемпературних апатитах із кімберлітів, карбонатитів, основних лужних порід. Добре фіксується смуга поглинання гідроксилу OH⁻ (3450 см⁻¹), яка характерна для коливань гідроксилів, пов'язаних водневим зв'язком з F, OH...F). Смуги поглинання CO₃²⁻ (дублет 1400-1500 см⁻¹) виявлені не у всіх взірцях.

Параметри елементарної комірки: $a = 0,9406 \pm 0,007$; $c = 0,6874 \pm 0,0006$ нм; об'єм комірки – 0,5267 нм³ [1].

Визначення температури кристалізації. У кристалах апатиту відмічається велика кількість включень, що виникли внаслідок розкристалізації магматичного розплаву. Наповнення включень зазвичай представлене прозорим або напівпрозорим оптично анізотропним мінеральним агрегатом, серед якого трапляються непрозорі виділення. Газова фаза у вигляді кульки у включеннях відсутня (рис. 4). Вона у вигляді газових бульбашок з'являється вже у склі включення близько 600-650°C. За генетичним типом

Рис. 4. Первинні включення розкристалізованого магматичного розплаву у формі негативного кристалу (а – г) та ізометричних виділень (б, в) в апатиті Давидківського масиву. Великого розміру включення (г) розкриті багатьма залікованими тріщинами. Видовжено-призматичне включення (б) – в нижній частині має ореоли розтріскування. На фото видно велику кількість голчастих первинних флюїдних включень. Мітки-мірила відповідають 20 мкм.



(рис. 4, б) периферійних частин кристалів апатиту - $< 1120\text{ }^{\circ}\text{C}$, але $> 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ (визначено методом загартування). Наскільки отримані значення T_r відрізняються від температури консервації включень (кристалізації апатиту) без відомих значень тиску магматичного розплаву важко оцінити. Дійсно, з одного боку, за певного зовнішнього тиску магми внаслідок зменшення об'єму газової фази включення температура

його гомогенізації буде меншою за значення T_r , що визначено за атмосферного тиску. Проте, з іншого, для досягнення флюїдом включення величини зовнішнього тиску магматичного розплаву його температура повинна перевищувати невідому T_r . Імовірно, за невисоких тисків (орієнтовно до 100-200 МПа) консервації включень температура їхньої гомогенізації, встановленої за умови зовнішнього тиску в 1 атмосферу, буде близькою до дійсної температури захоплення включень (можливо, навіть більшою за дійсну). Верхня температурна межа утворення апатиту Давидківського масиву, безумовно, не перевищувала $1250\text{ }^{\circ}\text{C}$, оскільки вище цієї температури відбувається різке збільшення об'єму включення внаслідок плавлення речовини кристалу. Отримані авторами температури гомогенізації первинних включень в апатиті з габроїдів співпадають з результатами попереднього дослідження [2]. Проте в останньому випадку наведені ще T_r включень у кристаліках апатиту із сієнітів, що дорівнюють $960\text{...}940\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Іноколи первинні магматичні включення розтріскані (рис. 3), зазнають розтріскування також і вторинні включення. В останньому випадку виникають специфічні за виглядом "розкуйовджені" (термін Г.Г. Лемлейна [5]) заліковані тріщини (рис. 5, в). Причиною розтріскування таких включень, імовірно, було локальне підвищення температури породи з досліджуваними кристаліками апатиту. Таке підвищення температури, найімовірніше, викликане надходженням по тріщинах породи високотемпературної газової фази – продукту дегазації магми із нижніх горизонтів Давидківського масиву. Оскільки трапляються кристаліки апатиту, в якому більші за розмірами включення розтріскуються, а менші – не розтріскуються, то ця прикмета вказує на експлозивний спосіб розтріскування включень. Таке розтріскування зумовлене перевищенням внутрішнього флюїдного тиску включень над зовнішнім тиском середовища мінералоутворення на певне значення.

Хімічний склад магматичного розплаву. Він визначався за хімічним складом двох первинних включень скла, отриманих в процесі нагрівання включень

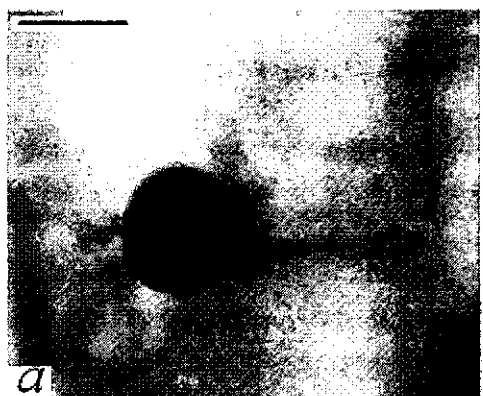


Рис. 5. Первинні (а, б) та вторинні (в) включення, що зазнали експлозивного розтріскування в апатиті Давидківського масиву (взірець 306/св. 832, гл. 154,6 м). Мітка-мірило відповідає 20 мкм.

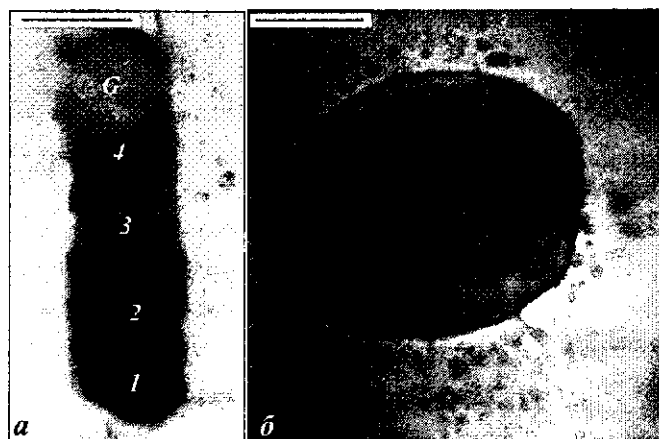


Рис. 6. Вигляд у прохідному світлі пришліфованих для електронно-зондового аналізу включень скла у кристалі апатиту (взірець 306/св. 832, гл. 154,6 м). Включення (а) в процесі нагрівання було пошкоджено тріщиною, що з'єдналася з навколишнім повітрям. Включення (б) також розтріскалося, але тріщини розриву не вийшли на поверхню кристала. У включенні (а) помітні темні виділення оксиду заліза (?), яких немає у включенні б. Темна кулька у включенні б – газова фаза. Г – місце від газової бульбашки. 1, 2, 3, 4 – точки електронно-зондового аналізу (їхні числа відповідають номерам у таблиці). Мітка-мірило відповідає 10 мкм (а) та 20 мкм (б).

Таблиця. Хімічний склад скла магматичних включень (1-8) в апатиті (рудне лейкократове габро, взірець 306/св. 832, гл. 154,6 м), що виникло внаслідок нагрівання, та рудоносних габроїдів (9-13) Давидківського масиву

Номер аналізу	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	S	P ₂ O ₅	CO ₂	F	H ₂ O ⁻	В.п.п.	Сума
1	33,58	1,87	10,48	-	14,01	0,72	4,12	27,26	0,00	0,76	-	5,07	-	-	-	-	97,87
2	33,31	1,54	9,84	-	14,28	0,51	4,51	27,56	0,00	0,72	-	5,63	-	-	-	-	97,90
3	33,75	1,77	9,36	-	16,64	0,51	3,79	25,33	0,00	0,86	-	5,05	-	-	-	-	97,06
4	34,28	1,44	9,66	-	15,18	0,71	4,25	25,20	0,00	0,80	-	6,86	-	-	-	-	98,38
5	33,73	1,66	9,84	-	15,03	0,61	4,17	26,34	0,00	0,78	-	5,65	-	-	-	-	97,81
6	54,69	0,85	14,80	-	9,47	0,04	0,91	7,26	0,27	4,49	-	0,83	-	-	-	-	93,61
7	54,36	1,15	13,99	-	9,88	0,06	0,82	7,57	0,13	5,06	-	0,78	-	-	-	-	93,80
8	54,52	1,00	14,40	-	9,68	0,05	0,86	7,42	0,20	4,78	-	0,80	-	-	-	-	93,71
9	36,90	5,70	12,80	10,07	10,77	0,20	4,05	8,05	2,24	2,40	0,19	3,40	0,17	-	0,30	3,21	100,45
10	33,01	6,02	11,67	5,64	18,00	0,22	5,93	9,18	1,45	0,80	0,38	3,96	0,20	0,27	0,14	2,95	99,82
11	31,80	6,22	10,53	9,90	15,66	0,26	5,43	9,06	1,50	1,13	0,41	3,80	0,28	-	0,22	4,00	100,2
12	30,47	7,70	10,90	5,79	18,58	0,25	4,90	8,84	1,90	1,10	0,66	3,96	0,64	0,23	0,42	4,22	100,56

Примітка. № 1 - 4 - точки аналізу включення а (рис. 4) з центральної частини кристала; № 5 - середнє арифметичне аналізів № 1-4; № 6 і 7 - точки аналізу включення б у проміжній зоні кристала. № 8 - середнє арифметичне аналізів № 6 і 7. На хімічний склад включення а, що відзначається підвищеним вмістом P₂O₅, вплинув апатит, що розчинився у склі включення при його нагріванні. Хімічні аналізи скла включень виконані за допомогою електронно-зондового аналізатора (JXA-5, ІГМР ім. М.П. Семененка НАН України) (JEOL, Японія), а порід (№ 9-13) - у хімічній лабораторії ІГМР ім. М.П. Семененка НАН України.

до високих температур з подальшим їх швидким охолодженням (загартуванням). Зафіксовано суттєву різницю у їхньому складі: за вмістом SiO_2 у включенні *a* (№ точок аналізу - 1-4) складає 33,73, а у включенні *b* (№ точок аналізу - 6 і 7) - 54,52 % від маси (таблиця). Їм можна знайти відповідні за хімічним складом породи серед їх головних типів у Давидківському масиві [3], проте серед них відсутні такі, у яких вміст K_2O значно переважає би концентрацію Na_2O у породі.

В процесі нагрівання включення *a* було пошкоджено тріщиною, що вийшла на поверхню кристалика. У склі цього включення внаслідок потрапляння кисню з повітря виникла велика кількість непрозорих субмікроскопічних виділень оксиду заліза (?) та їх скупчень (рис. 4, *a*). Скло включення *b*, яке не зазнало такого пошкодження, їх не має (рис. 4, *b*). Окрім того, здебільшого менший вміст заліза у склі включень порівняно з його концентрацією у породі вказує, що досліджуваний апатит формувався після часткової кристалізації мінералів, у складі яких є залізо (найімовірніше, ільменіт, титаномagnetит, олівін).

Густина магматичного розплаву під час кристалізації апатиту. З чотирьох включень вдалося повністю і одним цілим добути їхній вміст. Загальна густина цих полімінеральних утворень складає $3,0 \pm 0,1$ г/см³ (4 заміри), що менша за густину апатиту ($3,2$ г/см³). Забір густини вмісту включень полягав у підборі важкої рідини відомої густини, в якій речовина включень зрівнювалася з нею і зависала у ній [6]. Слід очікувати, що і під час захоплення включеннями магматичного розплаву, його густина була також меншою за речовину апатиту.

ВИСНОВКИ

Кристали апатиту Давидківського масиву ограничені такими простими формами: $\{1010\}$, $\{1120\}$ (габітусні), $\{1011\}$, іноді пінакоїдом. За хімічним складом апатит відповідає фтористому різновиду з невеликим вмістом рідкісноземельних елементів. Спектрами рентгенлюмінесценції зафіксовано такі іони Ce^{3+} , Eu^{2+} , Dy^{3+} , Sm^{3+} , Nd^{3+} та іону Mn^{2+} . Його спектр відноситься до специфічного "європей-самарієвого" типу. У мінералі ІЧ-спектроскопією встановлені пірофосфатні групи Р-О-Р, що притаманні високотемпературним апатитам із кімберлітів, карбонатитів, основних лужних порід. Заміряні також параметри елементарної комірки та показники заломлення.

Оскільки визначена густина флюїдних включень в апатиті дорівнює $3,0 \pm 0,1$ г/см³, а їх вміст за високих температур відзначається малою динамічною в'язкістю, то у магматичній камері, заповненій таким розплавом, створюються передумови кристалізаційної диференціації мінералів за рахунок їх гравітаційного осадження. Одні мінерали, густина яких перевищує $3,0 \pm 0,1$ г/см³, будуть осідати на дно камери, інші, з густиною меншою за $3,0 \pm 0,1$ г/см³, будуть впливати і займати верхню частину камери майбутнього масиву. До перших мінералів належать апатит (3,2), ільменіт (4,7), титаномagnetит (4,9-5,2), олівін (3,3-3,5), піроксени (3,1-3,6), до других - калієвий польовий шпат (2,6), плагіоклаз (2,6-2,8 г/см³). У великих за розмірами магматичних камерах виникатимуть конвекційні потоки. Найімовірніше, механізм гравітаційного осадження кристалів і конвекційні потоки були визначальними факторами в процесі формування Давидківського габро-сієнітового штоку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Возняк Д.К., Глухов А.П., Геворк'ян С.В., Кузнецов Г.В. Свойства и условия образования апатита Давидковского массива габбро-сиенитов (северо-запад УЩ) // Термобарометрия и геохимия рудообразующих флюидов по включениям в минералах // Тез. докл. VII Всес. совещ. - Ч. 1. - Львов, 1985. - С. 157-159.
2. Кривдик С.Г., Романчев Б.П. Генезис апатита Давидковского массива // Тез. XIV семинара "Геохимия и физико-химическая петрология магматизма". - М., 1988. - С. 244.
3. Кривдик С.Г., Ткачук В.И. Петрология щелочных пород Украинского щита. - Киев: Наук. думка, 1990. - 408 с.
4. Кривдик С.Г., Ткачук В.И., Глухов А.П., Швайберов С.К. Давидковский габбро-сиенитовый массив - расслоенная интрузия (Украинский щит) // Геология рудных месторождений. - 1986. - № 6. - С. 58 - 70.
5. Леммлейн Г.Г., Кляя М.О. Изменения жидких включений под влиянием временного перегрева кристалла // Докл. АН СССР. - 1954. - № 2. - С. 233-236.
6. Шабо З.В. К практике определения удельных весов углистого вещества // Геология и геохимия углей Львовско-Волынского бассейна. - Киев: Наук. думка, 1967. - С. 57 - 64.
7. Щербак Н.П., Артеменко Г.В., Лесная И.М. и др. Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Проторезой. - Киев: Наук. думка, 2008. - 240 с.

РЕЗЮМЕ

Комплексом методов (гонометрическим, рентгенолюминесцентным, ИК-спектроскопией, определением химического состава и др.) исследованы кристаллы апатита из Давидковского габбро-сиенитового массива (Коростенский плутон Украинского щита). Детально изучались магматические (расплавные) включения и. в частности, измерялась общая плотность их содержимого ($3,0 \pm 0,1$ г/см³, четыре замера). Поскольку динамическая вязкость магматического расплава мала, то он по плотности может разделить минералы в магматической камере на те, которые оседают на её дно (apatite, ильменит, титаномagnetит, олівин, піроксен), и те, которые всплывают и занимают её верхнюю часть (калішпат, плагіоклаз). Механизмы гравітаційного осадження і конвекційні потоки в магматической камере вероятно... определяли условия формирования массива.

SUMMARY

The apatite crystals from Davidky gabbro-syenite massif (Korostenyky pluton Ukrainian Shield) by means of complex methods (goniometric, XR-luminescent, IR-spectroscopy, determination of chemical composition, etc.) have been studied. The melt inclusions and their density ($3,0 \pm 0,1$ g/cm³, four metering) in particularly have been studied. Inasmuch as the dynamic viscosity of magmatic melt is low, the minerals can be divided into their density in magma chamber. Some of them can sink on the bottom of chamber (apatite, ilmenite, titanomagnetite, olivine, pyroxene), and others float and occupy its upper part (K-feldspar, plagioclase). Probably the mechanisms of gravitational precipitation and convection flows in magmatic camera have determined the conditions of massif formation.

Институт геохимии, минералогии и рудообразования имени Н.П. Семеновко НАН Украины, г. Киев

Надійшла до редакції 25.12.2009 р.