

УДК 549.761

АПАТИТ У ГЕОЛОГІЧНИХ УТВОРЕННЯХ УКРАЇНИ

О. Матковський

*Львівський національний університет імені Івана Франка
79005 м. Львів, вул. Грушевського, 4
E-mail: mineral@franko.lviv.ua*

Зведено відомості про поширення, форми прояву, морфологію, хімічний склад, структуру, фізичні властивості та умови виникнення апатиту в геологічних утвореннях України. Апатит представлений багатьма різновидами (фторапатит, фторгідроксилапатит, карбонатапатит, фосфорит та ін.), виявлений в усіх мінералогічних провінціях, а родовища і рудопрояви його відомі в межах Українського щита, Волино-Подільської плити й Карпат, Причорноморської і Дніпровсько-Донецької западин, Донбасу. Як акцесорний мінерал трапляється в складі майже всіх типів магматичних, метаморфічних і осадових порід. Найпоширеніший фторапатит. В осадових відкладах переважають жовнові фосфорити, які за складом належать до фторкарбонатапатиту – курськіту.

Ключові слова: апатит, фосфорит, курськіт, морфологія кристалів і агрегатів, хімічний склад, параметри елементарної комірки, оптичні та спектроскопічні характеристики, генезис, Україна.

Апатит досить поширений в Україні і представлений багатьма різновидами (фторапатит, фторгідроксилапатит, карбонатапатит (подоліт), хлорапатит, фосфорит та ін.), переважає фторапатит. Родовища і рудопрояви апатиту відомі в межах Українського щита (УЩ), Волино-Подільської плити й Карпат, Причорноморської і Дніпровсько-Донецької западин (ДДЗ), Донбасу. Як акцесорний мінерал трапляється в складі майже всіх типів магматичних, метаморфічних і осадових порід.

Поширення. На УЩ родовища і перспективні ділянки апатитових руд виявлені в північно-західній (Волинській) і східній (Приазовській) частинах [11]. Апатит – поширений акцесорний мінерал різних типів гірських порід. У північно-західній частині УЩ наявні комплексні апатит-ільменітові руди, приурочені до основних порід Коростенського плутону. В цій частині щита апатит наявний постійно як акцесорний мінерал не тільки в габро-анортізитах і гранітоїдах Коростенського плутону, а й у магматичних і метаморфічних породах осницького і кіровоградсько-житомирського комплексів [22]. У цих комплексах мінерал розвивається нерівномірно. Найбільша кількість його виявлена в породах гібридного походження (гранодіоритах, кварцових діоритах, діоритах та ін.), менше розвинений у метаморфічних породах і зовсім у незначній кількості – в апліт-гранітах. Порівняно незначний і нерівномірний вміст апатиту характерний для пегматитів. Більші його скупчення трапляються в сірих пегматитах, пов'язаних з житомирськими гранітами (в окремих ділянках в асоціації з біотитом його вміст сягає породоутворювальних значень), рідше наявний у рожевих пегматитах (або його зовсім нема). У камерних

пегматитах вміст апатиту в центральних зонах досягає лише 3 г/т, а в графіко-пегматоїдних (близько до контакту з гранітами) – до 36–636 г/т. У вмісних гранітах кількість апатиту становить 40–170 г/т.

Дещо інший тип розподілу акцесорного апатиту виявлено в гранітоїдах північного заходу УЩ за результатами спеціальних досліджень [3]. Найвищий вміст апатиту зафіксовано в гранітоїдах житомирського комплексу: середні максимальні значення властиві пегматоїдним гранітам (1620 г/т), дещо нижчі – курчицьким гранітам (1040 г/т), а найнижчі – власне житомирським (320 г/т). Досить високий вміст апатиту характерний для діоритів (940 г/т) і чарнокітів (550 г/т) букинського комплексу. В гранітоїдах Мухарівського масиву середня кількість апатиту коливається від 210 до 680 г/т. Нижчі середні вмісти мінералу зафіксовано в більшості гранітоїдів осницького комплексу (від 135 до 360 г/т). Відхиленням від них є найнижчі середні дані в аплітоїдних гранітах (80 г/т) і найвищі – у мікрогранітах і фельзитах (630 г/т). Найменшу кількість апатиту виявлено в гранітоїдах коростенського комплексу (середнє значення – 180 г/т), що узгоджується з наведеними вище даними. Досить високий вміст апатиту зареєстрований у гнейсах тетерівської серії (270–920 г/т).

Апатит – головний і найпоширеніший акцесорний мінерал кристалічних порід Приазов'я [21]. У породах гнейсово-мігматитового комплексу (гнейси, мігматити, сланці, амфіболіти) його вміст переважає над вмістом інших акцесорних мінералів (інколи становить 90 %), в ультрабазитах не перевищує кількох десятків грамів на тонну і тільки в окремих випадках досягає 512 г/т. У діоритах, гранодіоритах, плагіогранітах і гранітах середній вміст апатиту наближається до середніх значень (764,8 г/т), визначених В.В. Ляховичем [24] для гранітоїдів УЩ. Найбільше збагачені апатитом роговообманково-біотитові граніти сієнітового комплексу (3 000–4 000 г/т). За даними цього дослідника, високий вміст апатиту характерний для коростенських (досягає 3 000 г/т), токівських і уманських (перевищує 1 000 г/т) гранітів. У незначній кількості апатит трапляється в гранітних пегматитах і тільки в рідкіснометалевих їхніх типах Західного Приазов'я простежуються більші його скупчення у зростках з біотитом (до 0,5 м у поперечнику). У лужних породах апатит поширений незначно. Його вміст дещо зростає в пегматоїдних різновидах фойяїтів, фенітах зони контакту лужних порід з основними, а також у зонах вилуговування і карбонатно-флогопітових прожилках серед основних порід. В основних породах вміст апатиту інколи досягає 15 %. Однак найбільші його концентрації (20–35 %) пов'язані з карбонатами Чернігівської зони, де відомі родовища апатитових руд. У самих карбонатах вміст апатиту становить 20–35 %, а в корі звітрування досягає 70 % [34]. Високий вміст апатиту виявлений у кальцифірах Центрального Приазов'я (5–15 %). Апатит є рудоутворювальним мінералом Андольського рідкіснометалевого родовища, пов'язаного з лужними сієнітами і представленого жильно-прожилковою флюорит-apatит-ортитовою мінералізацією [30].

У Криворізькому басейні апатит належить до поширених акцесорних мінералів і трапляється майже в усіх магматичних і метаморфічних породах, а також у пегматитах [20]. Найбільші його кількості зафіксовані в саксаганських плагіогранітах (до 1 %), кіровоградсько-житомирських гранітах, пегматитах і породах криворізької серії. Підвищені вмісти апатиту виявлені в безрудних кварцитах, альбітитах і скарнах. Зокрема, в альбітитах Жовторічанської і північної частин Ганнівської смуг його вміст нерідко досягає 20–40 і навіть 70 % [7]. Серед кварцитів трапляються

апатитові рудопрояви, представлені апатитоносними кварцитами в товщі кордієритових кварцитів. Потужність пачок апатитоносних кварцитів коливається від декількох десятків сантиметрів до 8–10 м, а прошарки з високими концентраціями апатиту мають потужність 0,1–1,0 м [40].

Високий вміст апатиту зареєстровано в породах основного й ультраосновного складу, зокрема, в олівінових габро і габромонцонітах Корсунь-Новомиргородського плутону він становить 2,2–2,6 %, у лейкократових різновидах габро-лабрадоритів – 0,25, у меланократових – 0,9 % [12]. Досить поширений апатит у складі піроксен-плагіоклазових гнейсів, амфіболітів і чарнокітів Придністер'я [33], в акцесорних кількостях простежується у кристалічних вапняках, анортозитах і метасоматитах околиць Завалля [13]. Він досить характерний для карбонатних порід УЩ [28], виявлений майже повсюди і кількісно поступається лише титаніту. Бідні на апатит мармури, тоді як кальцифіри ним збагачені (до 1 000 г/т).

Апатит належить до поширених акцесорних мінералів усіх типів гірських порід Українських Карпат, є складовою частиною фосфоритових руд, невеликі поклади яких відомі в Мармароській і Пенінській зонах [27, 29]. Високий вміст акцесорного апатиту зафіксований у деяких метаморфічних і магматичних породах Мармароського масиву, зокрема, в плагіогнейсах (1 133,9 г/т) і слюдяних сланцях (1 120,15 г/т) білопотоцького і плагіогранітах (1 616,0 г/т) діловецького комплексів. Майже вдвічі менше апатиту в амфіболітах (403,7 г/т) першого та порфіроїдах (451,1 г/т), порфіроїдних гнейсах (548,0 г/т), гранітогнейсах (520,9 г/т) і сланцях (395,4 г/т) другого комплексів. Дуже низький і змінний вміст апатиту характерний для молодих магматичних порід Закарпаття: в породах андезитових формацій олігоцену й міоцену (андезити, кварцові гранодіорит-порфіри і діорит-порфірити та ін.) він коливається від 1,1 до 180 г/т, а в породах ріолітової формації – від поодиноких знаків до 3,4 г/т.

У Передкарпатті апатит простежено майже в усіх важких фракціях осадових порід, найчастіше в поодиноких знаках, дуже зрідка він досягає 1–3 % [18]. У флішових відкладах Складчастих Карпат кількість апатиту в складі важкої фракції коливається від одиничних знаків до 30 % [2]. У фосфоритових рудопроявах вміст мінералу становить 27–29 % на Кобилецько-Полянському рудопрояві і тільки до 4 % на Кузінському. В Буковинських Карпатах та Передкарпатському прогині свердловинами на значних глибинах розкриті фосфоритовмісні глауконіт-кварцові пісковики [29].

Апатит – головний мінерал родовищ і рудопроявів фосфоритових руд у відкладах верхньої крейди та палеогену Волино-Поділля, ДДЗ, Донбасу, Причорноморської западини і Криму, представлених жовновими зернистими і змішаними типами. Жовнові фосфорити характерні для Ратнівського (Волино-Поділля) та Кролевецького (північний борт ДДЗ) родовищ, зернисті – для Здолбунівського, Матейки, Білогірського, Зозулинського (Волино-Поділля) й Осиківського, Картівського (Донбас) родовищ. На Волино-Поділлі відомі також фосфоритові руди змішаного типу (Жванське родовище). Фосфорити в осадових породах утворюють три формації [11]: 1) фосфоритову теригенно-глауконітову, представлену мікрозернистими і зернистими рудами, які є слабо зцементованою або пухкою породою, що складена округлими фосфатними зернами розміром 0,1–5,0 мм з домішками зерен кварцу і глауконіту; 2) фосфоритову жовнову, складену фосфатними стяжіннями, конкреціями, гальками, що містяться в глауконіт-кварцовому або глинистому матеріалі; 3) фосфоритову теригенно-карбонатну, представлену черепашковими фосфоритовими

рудами, що є пісками або пісковиками, насиченими фосфатними черепашками або їхніми уламками (ця формація поширена обмежено).

На Волино-Поділлі фосфорити виявлені не тільки серед крейдових і палеогенових відкладів, а й у доордовицьких і девонських утвореннях. Серед них виділяють дві групи [17]: неперекристалізовані і перекристалізовані. До перших належать корінні й частково перевідкладені вторинні фосфорити, до других – перевідкладені. Корінні кулясті фосфорити залягають серед відкладів миньковецького горизонту колюської світи в товщі глинистих сланців майже горизонтальними шарами, причому у верхніх шарах конкреції фосфоритів менші за розміром і трапляються частіше, а в нижніх – більші й рідкісніші. Вони промислових покладів не утворюють, бо в альб-сеноманський час були зоною розмивання й перевідкладення з утворенням покладів високоякісних вторинних фосфоритів, які протягом багатьох років розробляли для виготовлення суперфосфату. В розрізі крейдових відкладів виявлено чотири фосфоритоносні горизонти [32]: 1) середньоальбський (0,1–0,5 м), складений черепашковими і піщаними жовновими фосфоритами з уламками фосфатизованого дерева і зубів викопних риб; 2) верхньоальбський (0,8–3,0 м), у складі якого є корінні крейдові та перевідкладені вендські фосфорити; 3) нижньосеноманський (0,2–1,4 м), представлений жовновими фосфоритами в глауконіт-кварцових пісках і фосфатносною верствою кристобаліт-халцедонових гезів і спонголітів; 4) верхньосеноманський (0,3–3,0 м), складений верствою фосфатних іноцерамових вапняків з карбонатними породами, імпрегнованими фосфатною речовиною у підошві, і жовновими фосфоритами біогенно-кластогенної структури.

Промислові поклади первинних і вторинних фосфоритів пов'язані з сеноманським ярусом верхньої крейди. Прикладом первинних фосфоритів є Незвиське родовище, фосфоритовий шар якого складається з двох прошарків: верхнього потужністю 0,35–0,45 м, що залягає у щільних, унизу крихких вапняках, і нижній потужністю до 0,45–0,70 м, що міститься в глауконітових пісках і пісковиках. Вторинні сеноманські фосфорити поширені по берегових схилах Дністра і його приток, їхні поклади простягаються з північного заходу на південний схід переривчастою смугою завдовжки понад 100 км за середньої ширини близько 10 км. Вони представлені товщею глауконітових пісковиків, мергелю, кременю, в основі якої залягають шари глауконітових пісків з добре обкатаними вторинними фосфоритами та галькою яшми, пісковиків і кристалічних порід. Потужність цих відкладів у середньому становить 11–13 м, на південь вона збільшується і навіть перевищує 50 м.

Крім описаних первинних і вторинних фосфоритів, на лівобережжі Середнього Придністер'я виявлені так звані змішані фосфорити, прикладом яких є уже згадуване Жванське родовище. Воно приурочене до продуктивних відкладів сеноманського ярусу потужністю від 8–10 до 20–30 м. Фосфоритовий шар залягає в нижній частині цих відкладів, у ньому розрізняють два прошарки: нижній, складений глауконітовими пісковиками з кулястими добре обкатаними фосфоритами і дрібними уламками та фосфатизованими губками, і верхній, складений також глауконітовими пісковиками з нагромадженням жовен первинних піскуватих фосфоритів.

На Волино-Поділлі акцесорний апатит виявлений у складі магматичних порід трапової формації венду, а також у різновікових осадових відкладах. Він найбільше вивчений у девонських відкладах, де представлений алотигенними й аутигенними утвореннями. В нижньодевонських товщах виявлений натрієстий різновид апатиту – *дерніт*. У мергелистих жовнах Роздільського родовища сірки в акцесорних кіль-

костях міститься прихованокристалічний різновид вуглецевмісного апатиту – *колофан*. Він також зафіксований у відкладах грязьових вулканів Керченсько-Таманського району [38].

У ДДЗ й Донбасі фосфорити пов'язані з крейдовими та палеогеновими відкладами, утворюють низку родовищ і рудопроявів [16]. Серед крейдових відкладів вони приурочені до сеноманського ярусу і мають регіональне поширення. Відслонення їх у межах ДДЗ зареєстровані тільки на південно-західній окраїні западини в районі так званих канівських дислокацій. Тут сеноман представлений внизу прошарками сірого пісковика з кременистими стяжіннями та дрібною галькою чорних фосфоритів, на яких залягає товща глауконітового піску потужністю до 35–40 м, перекритого піскуватим мергелем з дрібними жовнами фосфориту. Значні поклади фосфоритів приурочені до сеноманських відкладів Донбасу, де вони відслонені на північно-західній окраїні. Жовна фосфоритів, які іноді щільно прилягають одне до одного, утворюючи пласти (жили), містяться тут серед глауконітових пісків і пісковиків потужністю від 0,1 до 10,0 м та представлені більше ніж десятками родовищами. Фосфоритовий шар сеноману Донбасу й ДДЗ, потужність якого коливається від 0,1 до 0,7 м, складається з трьох прошарків: дрібних жовен фосфориту, зрідка розсіяних у глауконітовому мергелі, фосфоритового пласта і великих жовен фосфориту, нагромаджених у кварц-глауконітовому піску.

Серед палеогенових відкладів фосфорити виявлені в канівській, київській і харківській світах. Їхні промислові поклади пов'язані з першими двома світами. До канівської світи приурочене Кролевецьке родовище фосфоритів ДДЗ, у якому фосфоритові поклади мають лінзоподібну форму і складаються з двох прошарків – нижнього середньою потужністю 0,5 м та верхнього потужністю 0,3–0,5 м. Нижній прошарок утворений перевідкладеною фосфоритовою галькою, щільно згромадженою в переважно крупнозернистому зеленкувато-сірому піску, верхній складений такою ж галькою, щільно зцементованою опокою й опокоподібною глиною в конгломерат-плиту. Максимальна потужність усього фосфоритового шару становить 0,85 м. Крім вторинних добре обкатаних фосфоритів, у відкладах канівської світи зрідка трапляються первинні фосфорити піскуватого типу з горбистою поверхнею, найбільші з яких мають 6–10 см у поперечнику. В київській світі фосфорити приурочені до пісковикової товщі, яка в межах ДДЗ має потужність від 0,4 до 1,0 м і містить нерівномірно розсіяні фосфоритові стяжіння розміром від 0,5 до 3,0 см (зрідка до 5,0 см), а на північних окраїнах Донбасу потужність фосфоритового шару становить 0,8–1,2 м, і фосфоритові жовна відрізняються нерівною горбистою поверхнею й дещо більшим розміром – від 0,5–2,0 до 5,0–8,0 см у поперечнику.

У Донбасі, крім фосфоритів, апатит відомий у зоні зчленування з Приазовським масивом, у Микитівському рудному полі, зоні розвитку купольних структур і в теригенних відкладах осадових комплексів [19]. Найбільший вміст його зареєстровано в девонських інтрузивних породах приазовського комплексу (коливається від поодиноких зерен до 12 % загального об'єму породи). В менших кількостях апатит трапляється у верхньопалеозойських магматичних породах і лампрофірах (міуський комплекс), тільки в деяких породах – шонкінітах, одинітах – він досягає 2–5 %. У Микитівському рудному полі дрібні зерна апатиту виявлено у потужній (до 5,0 м) брекчійованій кварцовій жилі. В зоні купольних структур мінерал відшукано у скаполітовмісних породах і в пісковиках верхнього карбону, також він супроводжує свинцево-цинкову і ртутну мінералізацію. Свинцево-цинкову мінералізацію

апатит супроводжує і в Нагольному кряжі. Постійно апатит як акцесорний мінерал міститься в різновікових теригенних породах, у верхньопермських відкладах його використовували як керівний теригенний мінерал.

У Криму фосфоритопрояви виявлені серед відкладів верхньої крейди і палеогену; вони представлені пластами фосфоритизованої фауни потужністю 0,45–0,50 м, стяжіннями фосфориту і фосфатизованої фауни в пухкому глауконітово-вапняковому пісковнику (товщиною 0,35–0,40 м), конгломератами з жовен фосфориту і залишків ядер фауни товщиною від 0,1 до 0,4 м, жовнами фосфоритів у глауконітовому пісковнику з мергелистим цементом потужністю 0,1–0,4 м.

Форми прояву і морфологія. В геологічних утвореннях України апатит має досить різноманітні форми. У багатих на цей мінерал породах (габромонцонітах, карбонатитах, альбітитах та ін.) він представлений дрібними зернами неправильної форми, які утворюють вкраплення або скупчення різної форми (жили, лінзи тощо). На Анадольському родовищі рідкісних земель апатит утворює мономінеральні прошарки з середнім розміром кристалів $1,5 \times 2,0$ мм у смугастій прожилково-жильній флюорит-апатит-ортитовій руді. Як акцесорний мінерал різних типів порід має неправильну форму або трапляється у вигляді добре сформованих кристалів різної морфології. Розміри його коливаються в дуже широких межах – від сотих часток до 1,0–2,0 мм, інколи до 10–15 мм уздовж довгої осі, в метасоматитах і пегматитах досягають 3–5 см. Найбільший (розміром 5 см) деформований кристал апатиту знайдено в пегматитах Західного Приазов'я [23]. Обрис кристалів переважно коротко- і довгостовпчастий до голчастого, зрідка ізометричний, приплюснутий або таблитчастий. Для стовпчастих кристалів характерні заокруглені, ніби роз'їдені вершини. Зерна апатиту з осадових і деяких метаморфічних порід мають різний ступінь обкатаності.

На добре огранених кристалах апатиту найліпше розвинутий призматичний пояс, представлений гранями гексагональної призми $\{10\bar{1}0\}$ або комбінацією двох призм $\{10\bar{1}0\} + \{10\bar{2}1\}$. В останньому випадку обидві грані можуть бути розвинуті однаково або ж переважає та чи інша проста форма. На таких кристалах вершинний пояс (головки кристала) формують, головню, грані біпіраміди $\{10\bar{1}1\}$ і пінакоїда $\{0001\}$, які розвинуті по-різному; інколи наявні тільки грані пінакоїда. У вершинному поясі в поодиноких випадках фіксують інші прості форми (рис. 1).

Видовження кристалів апатиту з метаморфічних порід Приазов'я зростає від вапнисто-силікатних сланців і глиноземистих гнейсів до біотитових і амфіболових гнейсів: співвідношення $c:a$ в них становить, відповідно, 1,3; 1,5; 1,6–1,7 [36]. У гранітоїдах цього ж району виявлено переважно видовжено-призматичні і призматичні кристали апатиту [15], в лужних породах – видовжено-призматичні, а в карбонатитах форма ранніх кристалів апатиту ізометрична або короткостовпчаста, пізніх – довгопризматична до голчастої (див. рис. 1,б). В екзоконтактах розвинуті суцільні виділення і прожилки, а в пізніх жильних карбонатитах поширені видовжені (0,5×5,0 см) до голчастих кристали апатиту [25].

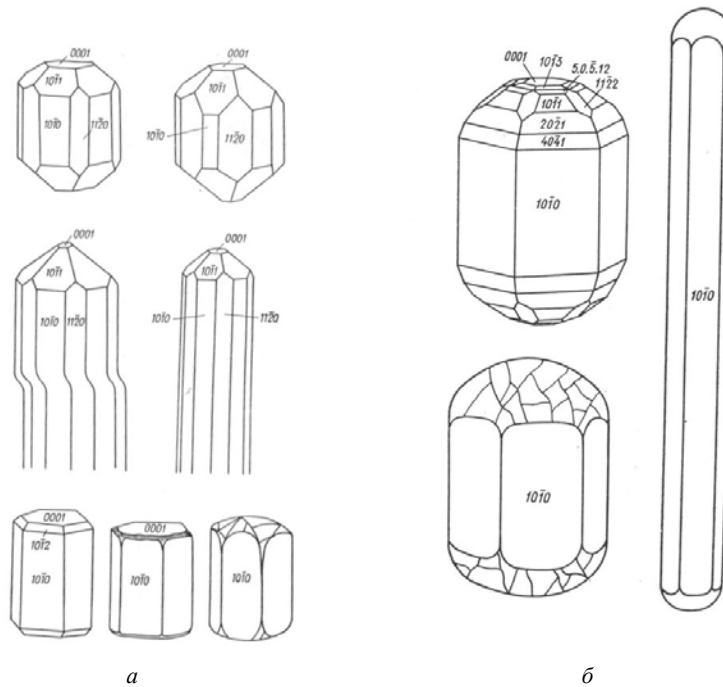


Рис. 1. Морфологія кристалів апатиту з геологічних утворень Криворіжжя (а) і Приазов'я (б), за Є.К. Лазаренком та ін. (1977, 1981)

Певні відмінності виявлені в кристаломорфології апатиту Криворіжжя. В пегматитах трапляються невеликі за розміром (від 1–2 до 10–15 мм по осі c) короткопризматичні двоголові і довгопризматичні одноголові, інколи викривлені кристали, а у кварц-карбонатних лінзах в егірин-магнетитових роговиках – призматично-пінакоїдальні (див. рис. 1,а). У гранітоїдах північно-західної частини УЩ апатит представлений призматичними і видовжено-призматичними кристалами з відносним видовженням 2,5–2,8. Короткопризматичні кристали рідкісніші й зафіксовані в пегматитових жилах серед гнейсів тетерівської серії і курчицьких гранітів. Добре сформовані кристали відрізняються різною комбінацією простих форм: $\{10\bar{1}0\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{11\bar{2}1\}$, $\{0001\}$, зрідка $\{21\bar{3}1\}$. В осницькому комплексі апатит з більш основних і високотемпературних порід (габро, діорити, кварцові діорити і гранодіорити) має видовжено-призматичний до голчастого обрис, тоді як кристали апатиту з гранітів переважно призматичні й короткопризматичні [26].

На кристалах апатиту з давніх метаморфічних і магматичних порід Мармароського масиву Карпат більш-менш добре розвинуті тільки грані призматичного поясу, зрідка простежуються кристали, у яких чітко виявлені пінакоїдальні й дипірамідальні грані; ідеальні форми трапляються дуже зрідка. Переважають короткостовпчасті кристали, рідше – видовжені до голчастих. Голчасті кристали типові для амфіболітів і мезозойських вивержених порід, особливо жильних амфіболовмісних дериватів. У цих породах апатит часто утворює скупчення у вигляді в'язок, розміщених серед зерен плагіоклазу. У сланцях найчастіше фіксують неправильні зерна

апатиту й уламки кристалів з гексагональними обрисами, а також обкатані зерна. В молодих магматичних породах Закарпаття апатит представлений добре ограненими кристалами, обрис яких змінюється від короткостовпчастого через видовжено-стовпчастий до голчастого. Тут інколи є тичкуваті скупчення апатиту в гіперстені й цирконі [39].

Апатит в осадових відкладах є головною складовою фосфоритових конкрецій, які мають досить різноманітну морфологію і розміри. Найдетальніше вивчені фосфорити Поділля [17, 32], які є в первинному (корінному) і вторинному (перевідкладеному) заляганні й представлені конкреційними агрегатами різної морфології (рис. 2). Первинні фосфоритові конкреції, здебільшого, округлі (кулясті), іноді сплюснені, з горбистою поверхнею, нерідко забарвленою бурими оксидами й гідроксидами заліза, від чого кулі стають подібні до заржавілих чавунних ядер. Інколи декілька куль зрослися між собою. Розмір конкрецій – від 2–5 до 25 см у діаметрі, маса – від 0,05 до 10–15 кг. Вторинні фосфоритові конкреції мають яйце-, еліпсо- або, рідше, кулеподібну форму, чорний колір і рівну гладку блискучу поверхню. Іноді трапляються добре обкатані їхні уламки. Розмір змінний – від 2–5 до 15–20 см у поперечнику, маса – від декількох десятків грамів до 5–7 кг, а іноді й більше. В.М. Чирвінський спостерігав біля с. Крутобородинці конкреції розміром 50 см, а М.П. Мельников у с. Беднарівці виявив фосфорит масою 150 кг.

Фосфоритові конкреції мають чітко виражену радіально-променеву будову. Промені конкрецій представлені прихованокристалічним різновидом. Усередині конкрецій часто є зірчасті порожнини. У цих порожнинах і в міжпроменевих ділянках фосфорит перекристалізований і має вигляд сферолітових агрегатів та призматичних кристалів з гексагональним поперечним перерізом.

Серед корінних фосфоритів крейди в межах Волино-Поділля і Карпатського регіону розрізняють декілька різновидів [32]: жовнові, губкові, черепашкові, копролітові, фітоморфні, фосфатні вапняки. Жовнові фосфорити мають конкрецієподібний вигляд, їхній розмір коливається від 0,1 до 10,0 см; форма неправильна, кутаста, округла, характерне зростання і наростання окремих стяжінь. Під час мікроскопічних досліджень зафіксовано три головні структури фосфатної речовини: гіалоподібну (оптично майже ізотропну), прихованокристалічну і радіально-променеву (нерідко сферолітову). Губкові різновиди – це фосфатизовані скелети кремнієвих губок, або ж фосфат виповнює в них порожнини і пори. Вони трапляються у вигляді одиничних або групових форм спонгіофауни і відрізняються ступенем збереженості – від добре збережених чашо- і блюдцеподібних, еліпсоїдних, трубчастих та інших форм розміром 1–10 см і більше до сильно зруйнованих, що мають вигляд уламків від піщаної до гравійно-галькової розмірності. Черепашковий фосфорит представлений фосфатизованими черепашками, псевдоморфозами заміщення або виповнення і цементувальним матеріалом. Копролітовий фосфорит трапляється у вигляді пелетів і копролітів, форма їхня округла, краплеподібна, розмір – від 0,8 до 3,0 см. Складений тонкозернистою, нерідко оптично ізотропною слабо розкристалізованою глинисто-фосфатною речовиною. Фітоморфний фосфорит – це фосфатизована деревина, уламки якої (1–15 см) мають темно-коричневе до чорного забарвлення, нерідко пронизані численними ходами-дірками (нірками).

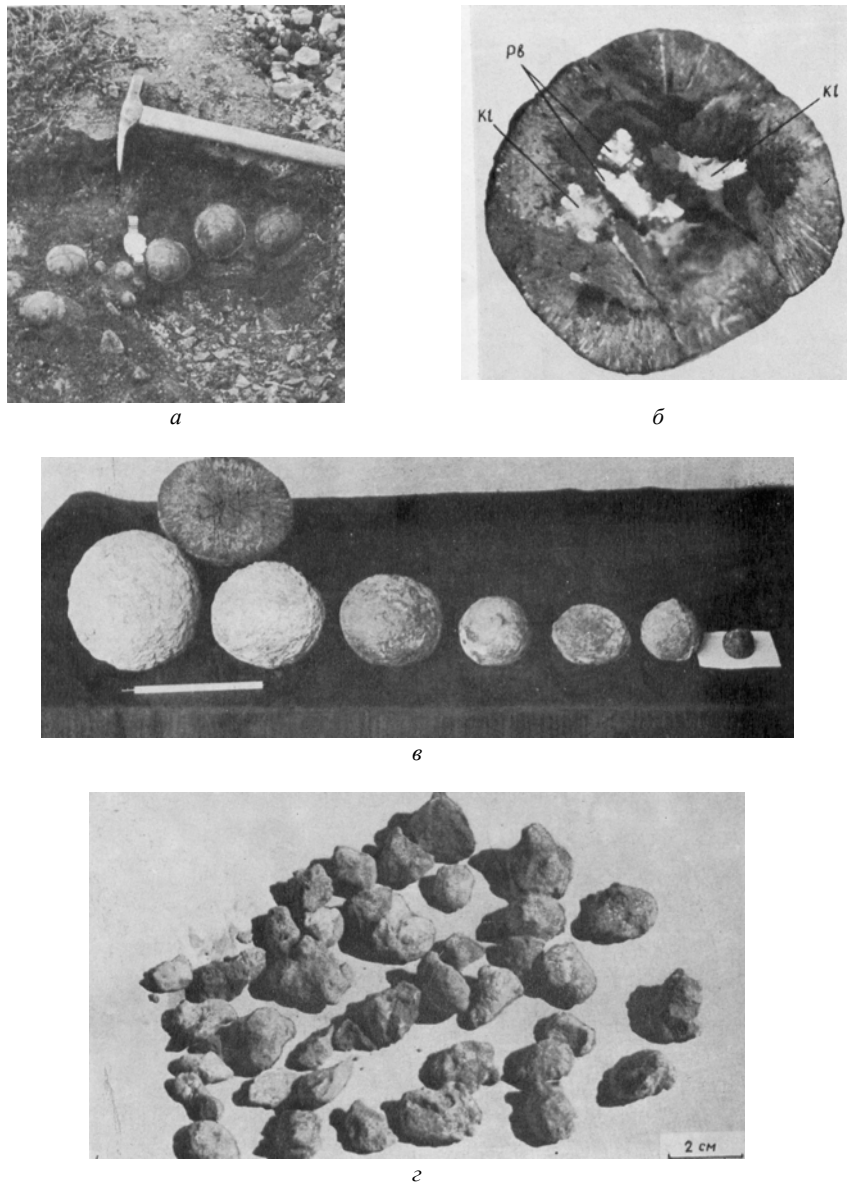


Рис. 2. Фосфоритові конкреції Поділля, за [32]:

a – відслонення перевідкладених вендських конкреційних фосфоритів; *б* – радіально-променева будова фосфоритової конкреції з порожниною в центрі; *в* – морфологія корінних кулястих фосфоритів венду; *г* – морфологія корінних фосфоритів нижнього сеноману.

Електронно-мікроскопічними дослідженнями перелічених різновидів фосфоритів визначено низку характерних типів мікроструктур, серед яких домінують кристаломорфний, коломорфний і перехідний – субкристаломорфний і субгранулярний

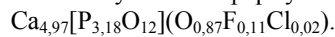
типи, поряд з ними розвивається глобулярний, інкрустаційний і каркасний типи, спорадично трапляється структура бактеріоморфного типу [32]. У кристаломорфному типі фосфатна речовина представлена ідіоморфними кристалами пластинчастої, ізометричної та призматичної форми. На кристалах пластинчастого обрису головно розвинуті грані пінакоїда $\{0001\}$ і дуже слабо – грані гексагональної призми $\{10\bar{1}0\}$. Ізометричні кристали відрізняються рівномірним розвитком по всіх трьох напрямках. Часто індивіди зрослися, утворивши псевдоколінчасті двійники. Призматичні кристали виявляють спорадично і тільки за дуже великих збільшень ($2000\times$). На них, крім граней пінакоїда і призми, інколи простежуються грані дипіраміди $\{10\bar{1}1\}$. Глобулярна мікроструктура представлена найдрібнішими частинками-глобулами, що складені окремими сферичними індивідами, однак частіше вони зливаються з утворенням брунькоподібних або неправильних згусткових агрегатів. Коломорфна мікроструктура звичайно характерна для курськіту – цементу фосфоритів і утворює поверхню натічного типу, що на зламі має піноподібний вигляд.

Фосфорити сеноманського ярусу ДДЗ і Донбасу складені переважно з уламків і зерен кварцу, глауконіту, польових шпатів, а також поодиноких зерен циркону, гранату, ільменіту, зцементованих фосфатною речовиною, яка представлена трьома різновидами [16]: аморфним, мікрокристалічним і радіально-волокнистим. Радіально-волокнистий різновид утворює тонкі облямівки по стінках пор і порожнин, а також навколо зерен кварцу, глауконіту й інших мінералів. Товщина їх – від 0,001 до 0,03 мм. Кірочка складена з дрібних голчастих і призматичних кристалів фосфату, перпендикулярних до площини наростання. Серед перевідкладеної фосфоритової гальки палеогену виділяють два типи фосфоритів: піскуватий і глинистий. Фосфатна речовина представлена двома різновидами: аморфним і радіально-волокнистим. Первинні фосфоритові конкреції належать до піскуватого типу, мають горбисту поверхню і досягають 6–10 см у поперечнику.

Рентгенометричні дослідження апатиту з різних утворень засвідчили, що його рентгенограми і дифрактограми майже тотожні. Обчислені параметри елементарної комірки такі, Å: з нефелінових сієнітів Приазов'я – $a = 9,32$, $c = 6,86$; з біотит-плагіоклазових гнейсів і роговообманково-магнетитових роговиків Криворіжжя – $a = 9,361$ – $9,369$, $c = 6,875$ – $6,880$; з осницьких гранітів і гранодіоритів – $a = 9,23$ – $9,40$, $c = 6,86$ – $6,88$; з корецьких пегматитів – $a = 9,40$ – $9,41$, $c = 6,88$; з житомирських, буківських, мухарівських і осницьких гранітоїдів – $a = 9,379$ – $9,394$, $c = 6,881$ – $6,887$; з габро-сієнітів Давидківського масиву – $a = 9,406$, $c = 6,874$; $v = 5,267$; з надсольових брекчій солянокупольних структур Донбасу – $a = 9,37$, $c = 6,88$; з плагіогнейсів, порфіроїдних гнейсів, гранітогнейсів і плагіогранітів Мармароського масиву – $a = 9,315$ – $9,331$, $c = 6,843$ – $6,863$, $v = 5,143$ – $5,169$. Ці характеристики близькі до еталонного фторопатиту. У наведених вище діапазонах є значення параметрів елементарної комірки прихованокристалічного різновиду апатиту – колофану з Роздільського родовища сірки ($a = 9,31$ – $9,43$, $c = 6,88$ – $6,92$), а також прихованокристалічного різновиду апатиту – курськіту з фосфоритів Поділля ($a = 9,28$ – $9,31$, $c = 6,87$ – $6,89$, $v = 5,134$ – $5,163$). Для курськіту параметр a залежить від співвідношення $\text{CO}_2/\text{P}_2\text{O}_5$ і $\text{F}/\text{P}_2\text{O}_5$. Збільшення вмісту ізоморфних домішок CO_2 і F зумовлює зменшення цього параметра [32]. Рентгенівським аналізом у фосфоритизованій деревині Рахівського фосфоритового рудопрояву Карпат виявлено дерніт і франколіт [6].

Хімічний склад апатиту вивчений неоднаково. Досить численними є дані з хімізму апатиту з різних типів магматичних, метаморфічних порід і пегматитів При-

азов'я [15, 21]. За вмістом головних елементів з неоднакових за складом і генезисом порід він не має великих відмінностей і належить переважно до фторапатиту з дуже незначним вмістом Cl (до 0,24 % у гранітоїдах і 0,30 % у гнейсах). Винятком є апатит з карбонатитів, для якого характерний підвищений вміст CO_2 (0,23–1,08 %), H_2O (0,20–0,61 %), а вміст F коливається від 0,61 до 3,30 % [9, 25]. Відповідно, цей апатит зачислено до *карбонат-гідроксилфторапатиту*. В ньому передбачено ізоморфне заміщення кальцію стронцієм і церієм, а фосфору кремнієм і вуглецем. У центральних зонах альбіт-сподуменових пегматитів є хлорапатит і сульфатапатит [31]. Апатит Стремгородського родовища північно-західної частини УЩ за хімічним складом належить до оксіяпатиту з такою формулою [16]:



Вміст породотворних Si, Al, Fe і Mg та інших елементів, що пов'язані, головню, з механічними домішками, зрідка перевищує 1 %. Серед важливих ізоморфних домішок майже постійно наявні Mn, Sr і TR. Найбільше збагачений манганом апатит з пегматитів Приазов'я, особливо рідкіснометалевих (до 3,02 % MnO). Досить високі кількості Mn зафіксовані в апатиті з рідкісноземельних метасоматитів Побужжя (0,85 % MnO). Найнижчий вміст Mn (0,01–0,03 % MnO) характерний для апатиту з карбонатитів, який відрізняється високим вмістом Sr (0,43–1,66 % SrO). Співвідношення SrO/MnO в апатиті з карбонатитів змінюється від 40 до 74, найчастіше становить 55. Вміст $\Sigma\text{TR}_2\text{O}_3$ в апатиті Приазовського регіону коливається від 0,30 до 5,25 %. Максимальні їхні кількості є в апатиті з пегматоїдних нефелінових сієнітів (5,25 % TR_2O_3), з рідкісноземельного Анадольського родовища, пов'язаного з лужними сієнітами (2,9 %), і роговообманково-біотитових гранітів сієнітового комплексу (до 2,04 % TR_2O_3). У мінерали з гранітів і порід карбонатитового комплексу рідкісних земель у середньому більше 1 % (від 0,60 до 1,92 %), з мігматитів ~ 0,7 %, пегматитів і гнейсів – до 0,35 %. Склад рідкісних земель в апатиті Приазов'я комплексний з переважанням церієвої групи над ітрієвою. Серед елементів обох груп головними є Ce (переважно 14,5–47,3 %), La (1,4–27,5), Nd (2,5–31,9), Y (6,6–52,0 %). В апатиті з карбонатитів відносний вміст $\Sigma(\text{Ce}-\text{Nd})$ близький або перевищує 90 % (89,2–93,3 %) за коливання відносних кількостей проміжних елементів $\Sigma(\text{Sm}-\text{Ho})$ від 4,9 до 9,9 %. Співвідношення $\Sigma\text{TR}:\Sigma\text{TR}_Y \geq 20$. Бідний на рідкісні землі (0,08–0,34 %) апатит із гнейсів центральної частини УЩ [8]. У їхньому складі переважають Ce (19,9–33,8 %) і Nd (8,9–36,6 %), у досить значних кількостях є Pr (6,70–8,90 %), Sm (5,80–10,7), Gd (4,30–8,52), Dy (4,20–10,17), Er (1,20–3,40 %), решта (крім Tb) становлять 0,30–1,26 %.

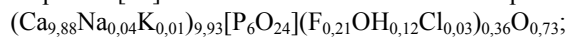
Важливі дані одержані щодо хімізму акцесорного апатиту з гранітоїдів північного заходу УЩ [3]. За результатами хімічного аналізу виявлено середній вміст F в апатиті гнейсово-мігматитової товщі (2,25–3,67 %) і мухарівських гранітів (3,33 %). Дещо вищий вміст цього елемента в житомирських гранітах (3,33–4,25 %), мінімальну кількість F визначили в апатиті з лептитів осницького комплексу (0,4 %). Змінним в апатиті є вміст CO_2 : з мухарівських гранітів – 0,7 %, з житомирських гранітів – 0,45 %, з гнейсів тетерівської серії – 0,32 %. Щодо рідкісних земель, то мінімальні їхні кількості наявні в апатиті з гнейсів (0,01–0,32 %), більші (0,52–0,88 %) – у курчицьких гранітах, чарнокітах Букинського масиву, найвищі (1,0 %) – в апатиті з мухарівських гранітів.

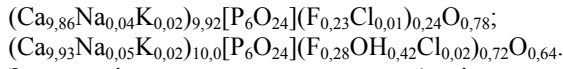
Цікаві результати щодо вмісту в апатиті з різних типів порід цього району Mn, Sr, Y. Найвищий вміст Mn характерний для апатиту з гранітоїдів житомирського

комплексу (до 1 200–3 890 г/т) і значно нижчий для гнейсів тетерівської серії (720–740 г/т) та мухарівських гранітів (607–895 г/т). Вміст Mn в апатиті з осницьких гранітоїдів змінний (від 560 до 1 175 г/т), як і в гранітоїдах букинського комплексу (605–1 115 г/т). Найменші кількості Mn виявлені в апатиті з гранітоїдів коростенського комплексу (430 г/т). Значно нижчим і змінним є вміст Sr в апатиті. Він зростає від житомирських гранітів (100–250 г/т) і вмісних гнейсів (220–330) до мухарівських (335–440), букинських (305–502) і осницьких (116–610 г/т) гранітоїдів. Дуже низький вміст Sr в апатиті з коростенських гранітів (1,0 г/т). Вміст Fe є найвищим в апатиті з гранітоїдів житомирського (1 335–5 230 г/т), букинського (1 640–3 175), мухарівського (1 130–2 613 г/т) і осницького (1 240–3 740 г/т) комплексів. Дещо менші кількості Fe в апатиті з гнейсів і гранітогнейсів (975–1 560 г/т) і дуже низькі – з коростенських гранітів (580 г/т). Щодо Y, то його вміст в апатиті з порід житомирського комплексу і гнейсово-мігматитової товщі досить високий і становить 900–1 390 та 556–1 710 г/т, відповідно. В гранітоїдах осницького комплексу апатит за вмістом Y розділено на дві групи: з низьким середнім вмістом (660 г/т) і з високим (2 120 г/т). Подібна картина характерна і для мухарівських гранітоїдів (середній вміст Y в апатиті становить, відповідно, 430 і 1 390 г/т). Проміжне положення між цими двома групами займає апатит з монзонітів і чарнокітів букинського комплексу, де вміст Y становить 605–710 г/т. Дещо вищі кількості Y зафіксовано в апатиті з коростенських гранітів (980 г/т). Зміни в складі елементів-домішок, зокрема, Sr й Y в апатиті залежать від хімічного складу порід [3].

До фторапатиту належить також акцесорний апатит з давніх метаморфічних і магматичних порід Мармароського масиву Карпат [27, 29]. Він відрізняється досить низьким вмістом Mn і TR. Манган у незначній кількості (0,04–0,15 %) наявний лише в апатиті з гнейсів, слюдяних сланців, кварцитосланців, порфіроїдів і порфіроїдних гнейсів і не виявлений в апатиті з гранітогнейсів і плагіогранітів. Вміст рідкісних земель коливається в незначних межах (0,20–0,59 %), причому найменша їх кількість (0,20 %) виявлена в апатиті з гранітогнейсів типу Рапе–Чорний Див. Найбільшу кількість TR зафіксовано в апатиті з парагнейсів (0,49–0,50 %). Індивідуальний склад цих елементів дуже різноманітний. Апатит з плагіогнейсів і кварцитосланців має комплексний склад TR з максимумом на Ce (27–31,1 %), La (11,6–13,6), Nd (12,2–17,9) та Y (19,3–21,4 %), апатит гранітогнейсів і плагіогранітів – різко виражений селективно-ітрієвий (вміст Y становить 81,2–100 % з невеликим максимумом на Gd (17,0 %) в апатиті з плагіогранітів). Проміжне положення за складом TR посідає апатит з порфіроїдних гнейсів менчульського типу. В ньому переважають рідкісні землі ітрієвої групи з різко вираженим максимумом на Y (46,6 %) і невеликими максимумами на Dy (15 %), Er (8,9), а також Nd (7,4) і La (7,4 %). Цікаві дані одержано щодо вмісту Y і Sr в апатиті з ортометаморфічних порід [35]. Найбільша кількість Y (0,48–0,54 %) і низький вміст Sr (0,006–0,014 %) характерні для апатиту з гнейсогранітів яворникового типу. Цьому ж апатиту властиве найвище співвідношення ізотопів $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (0,7391), тоді як апатит із гнейсів білопотіцького типу має менше співвідношення зазначених ізотопів (0,7041). Доволі високий вміст Sr (0,081–0,157 %) за достатньо сталого співвідношення $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (0,7163) зафіксовано в порфіроїдах і ортогнейсах.

Різко відмінним за хімічним складом виявився апатит з рудопроявів у кварцитах Криворіжжя [40]. Його можна описати такими кристалохімічними формулами:

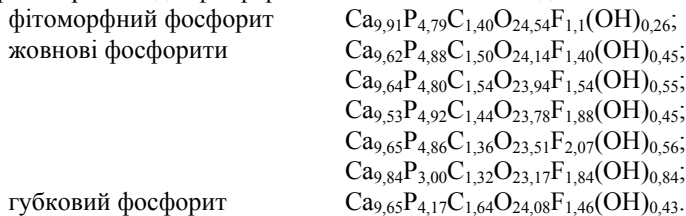




За середнім компонентним складом (оксіяпатит – 62 %, фторапатит – 21, гідроксилапатит – 15, хлорапатит – 2 %) його зачислено до *оксіяпатиту*.

Складним і досить різноманітним є хімізм фосфоритів Поділля. Їхні конкреційні утворення переважно складені фторапатитом, поряд з яким виявлені фтор-гідроксилапатит і карбонатапатит (подоліт), а також прихованокристалічний різновид вуглецевого апатиту – *колофан* [17]. У перевідкладених фосфоритах фосфат складається в одних випадках з фторапатиту, в інших з фтор-гідроксилапатиту і карбонатапатиту. До фтор-гідроксилапатиту належать кристали фосфату внутрішніх частин конкрецій. Вони найчистіші за хімічним складом, серед сторонніх домішок виявлені тільки незначні кількості Fe й Al. Всі інші різновиди фосфоритів містять досить багато сторонніх домішок: Fe₂O₃ (0,36–2,65 %), Al₂O₃ (сл.–1,36, в одному аналізі 8,52), Na₂O (сл.–1,36), K₂O (сл.–0,45), SiO₂ (0,34–4,83, в одному аналізі 9,82), органічну речовину (0,78–1,60 %).

Досить детально вивчено хімічний склад жовнових, черепашкових, фітоморфних та інших різновидів фосфоритів з крейдових відкладів [32]. Всі вони є полімінеральними сумішами фосфатної речовини з іншими мінералами (кварц, глауконіт, кальцит та ін.). Вміст в них основного фосфатного компонента P₂O₅ становить 20,27–30,84 %, тобто майже у 1,5–2,0 рази менший, ніж у теоретичному складі апатиту. Інші головні складові коливаються в дещо ширших межах: CaO – 35,81–51,01 %; CO₂ – 3,82–15,37 %; F – 1,60–3,17 %. Для з'ясування істинного складу фосфатної речовини і розрахунку формул А.Ю. Сеньковський відібрав сім представницьких хімічних аналізів. Чистоту фосфатної частини визначали за співвідношенням CO₂/P₂O₅, яке не перевищує 0,21, і CO₂/P₂O₅, яке є менше 1,60. За даними цих аналізів, хімічний склад фосфатної частини крейдових фосфоритів Поділля такий, %: CaO – 36,33–50,49; CO₂ – 3,82–5,80; P₂O₅ – 23,35–30,84; F – 1,90–3,10; H₂O – 0,40–0,93. За таким складом та за даними інших досліджень мінерал зачислено до фторкарбонатапатиту – *курськіту* [32]. Розраховані за сімома аналізами формули мінералу з окремих різновидів фосфоритів мають такий вигляд:



Наведені формули незначно відрізняються від теоретичної і дещо відхиляються від формули курськіту $\text{Ca}_{10,0}\text{P}_{4,8}\text{C}_{1,2}\text{O}_{22,8}\text{F}_{1,46}(\text{OH})_{1,2}$, наведеної Г.І. Бушинським [4] для ДДЗ. Нестачу кальцію в розрахованих формулах пояснюють можливим ізоморфним заміщенням його натрієм. Група PO₄, відповідно, може частково бути компенсованою SO₄-аніоном. Обидва компоненти наявні в значних кількостях у складі аналізованих фосфоритів (Na₂O – 0,51–1,89 %; SO₃ – 0,24–3,00 %). Постійно є також домішки Mn і Sr, які ізоморфно заміщують Ca. Досить близький до курськіту хімічний склад прихованокристалічного різновиду вуглецевого апатиту з Роздільського родовища сірки [17], описаного під назвою колофану, мас. %: SiO₂ – 0,24; Al₂O₃ – 1,80; Fe₂O₃ – 0,40; MgO – 0,70; CaO – 50,12; MnO – 0,21; SrO – 0,74;

$K_2O - 0,12$; $Na_2O - 0,89$; $Y_2O_3 - 0,006$; $Ce_2O_3 - 0,095$; $La_2O_3 - 0,038$; $H_2O^- - 1,92$; $H_2O^+ - 0,04$; $CO_2 - 6,30$; $SO_3 - 2,42$; $P_2O_5 - 31,30$; $F - 2,08$; $Cl - 0,10$; поправка на $O_2 - 0,87$; сума – 99,25. Загальний вміст TR становить мас. 0,14 %.

У складі черепашкових, жовнових і губкових фосфоритів виявлено досить високий вміст $C_{орг}$ (1,057–2,085 %) й органічної речовини (1,40–2,78 %), причому найвищі їхні кількості характерні для черепашкових, а найнижчі – для губкових різновидів. Серед елементів-домішок найвищі такі вмісти, г/т: $Ti - 100-570$; $Cr - 11,4-88,0$; $Zr - 21,5-36,0$; $Cu - 5,1-66,0$, а найнижчі: $Ni - 7-20$; $V - 10,0-20,2$; $Co - 2,55-4,55$; $Mo - 1,2-1,75$; $Se - 0,2-1,15$.

Близьким до подільського є валовий хімічний склад фосфоритів Донбасу і ДДЗ, хоч наявні й деякі відмінності [16]. Вміст головних апатитових компонентів у сенноманських і палеогенових фосфоритах досить близький і коливається в таких межах, відповідно, %: $P_2O_5 - 16,39-30,01$ і $11,13-32,65$; $CaO - 27,07-44,66$ і $18,41-50,02$; $F - 0,70-1,97$ і $1,0-4,27$; $CO_2 - 2,51-4,62$ і $2,57-5,40$. За співвідношенням CO_2/P_2O_5 , яке змінюється від 0,12 до 0,54 (переважає 0,20–0,21) у сенноманських і від 0,15 до 0,18 у палеогенових, та F/P_2O_5 (відповідно, 0,03–0,09 та 0,06–0,13) фосфатну речовину зачислено до курськіту.

Фізичні характеристики апатиту з різних порід і регіонів не однакові. Більшість кристалів і зерен безбарвні, водяно-прозорі й напівпрозорі, трапляються мутнуватого-сірі (димчасті), блакитні, зелено-блакитні, жовтуваті, з коричневим і бурим відтінком та ін. Забарвлення переважно зумовлене безліччю різних мікровключень (частіше точкових, рідше сітчастих). Їхній розподіл нерівномірний, іноді зональний; у цьому випадку центральні частини темніші, інколи плеохроюють (“плеохроїчні ядра”), а периферійні слабко забарвлені або безбарвні. Апатит з так званими плеохроїчними ядрами найбільше характерний для магматичних і метаморфічних порід північно-західної частини УЩ [3, 22, 26]. Тут ці вclusions в апатиті трапляються у вигляді тонкорозпиленої маси або паралельно розташованих тонких голочок. Вони переважно розміщені в центральних частинах кристала, іноді пронизують майже весь кристал, надаючи йому темно-бурого до чорного кольору. Практично всі такі вclusions слабко плеохроюють від темно-бурого (майже чорного) по n_p до ясно-бурого по n_m кольору. В цьому регіоні в пегматитах виявлений апатит блакитного і зелено-блакитного кольору, природа якого за даними кривих спектрального поглинання зумовлена наявністю Mn^{3+} [22]. Блакитний колір типовий для апатиту з курчицьких гранітоїдів. Блакитно-зелене, жовтуватозелене і блакитно-сіре забарвлення характерне для апатиту з пегматитів і карбонатитів Приазов'я. Різноманітні різновиди апатиту з пегматитів Приазов'я відрізняються за густиною: блакитно-сірий – 3,198, блакитно-зелений – 3,201 г/см³.

Досить змінними є оптичні характеристики апатиту. В акцесорного апатиту з магматичних, метаморфічних і осадових теригенних порід різних регіонів (належить переважно до фтористого різновиду) показники заломлення і двозаломлення коливаються в порівняно невеликих межах: $n_m = 1,630-1,646$; $n_p = 1,625-1,642$; $n_m - n_p = 0,004-0,005$. Дещо вищі значення показників заломлення ($n_m = 1,650-1,652$; $n_p = 1,646-1,648$) виявлено в апатиті з кристалічних порід Поділля [13], а в чарнокітах району зафіксовано безколірні й жовтуваті зерна апатиту з відмінними показниками заломлення: $n_m = 1,642$ і $1,655$; $n_p = 1,630$ і $1,642$. Виявлене також відхилення й у двозаломленні: в апатиті з пегматитів Корця воно знижене до 0,002, а в апатиті з метасоматитів Побужжя – збільшене до 0,009. Відрізняються показники заломлен-

ня апатиту з гідротермально-метасоматичних порід скаполіт-флогопіт-тремолоїтового складу – $n_m = 1,633$; $n_p = 1,630$ (мінерал зачислено до фтористого різновиду) та з середньо-низькотемпературних гідротермальних утворень зі свинцево-цинковою і ртутною мінералізацією із зон купольної складчастості Донбасу – $n_m = 1,23$; $n_p = 1,620$ (карбонатапатит) [19]. В цьому ж регіоні виявили аморфний різновид апатиту – курськіт з показником заломлення $n = 1,600$. Приблизно таке ж значення цієї сталої характерне для прихованокристалічного вуглецевого різновиду колофану з Роздільського родовища (1,594–1,600). Порівняно низькі значення показників заломлення властиві апатиту з девонських відкладів Поділля – $n_m = 1,617$ – $1,619$; $n_p = 1,612$ – $1,613$ (натрієвий різновид дерніт). В апатиту з конкреційних фосфоритів цього району показники заломлення такі: перекристалізовані кристали внутрішньої частини конкрецій – $n_m = 1,638$; $n_p = 1,630$; променевий фосфат – $n_m = 1,634$; $n_p = 1,630$.

На ІЧ-спектрах апатиту з різних утворень і регіонів України простежено смуги поглинання в межах 400 – $3\ 500\text{ см}^{-1}$, які є типовими для цього мінералу. Найінтенсивніші з них, пов'язані з поглинанням комплексної аніонної групи PO_4^{3-} , є в ділянках 550 – 610 і $1\ 000$ – $1\ 100\text{ см}^{-1}$. У цих межах зберігається доволі стійке положення смуг поглинання для всіх аналізованих взірців, у тім числі слабо виявлена смуга 750 см^{-1} , зумовлена коливаннями місткових зв'язків P-O-F . У взірцях акцесорного апатиту з гранітоїдів і гнейсів північно-західної частини УЩ на ІЧ-спектрах зафіксовано також смуги поглинання комплексних аніонів CO_3^- і OH^- [3]. За смугами поглинання гідроксильної групи виділено три різновиди апатиту: гідроксилівмісний, з низьким вмістом гідроксилів та безгідроксильний. Поширення смуг поглинання $3\ 540$ і 670 см^{-1} свідчить про переважання зв'язку $\text{OH}\dots\text{F}$, і тільки в спектрах апатиту пегматитів і мухарівських гранітів слабо виявлений зв'язок $\text{OH}\dots\text{O}$. У всіх взірцях апатиту цього регіону зареєстровано смуги $1\ 430$ і $1\ 460\text{ см}^{-1}$, що відповідають коливанням групи CO_3^{2-} . За їхніми проявами розрізняють апатит, який містить карбонат-іон і виявляє два максимуми поглинання при $1\ 430$ і $1\ 460\text{ см}^{-1}$ (apatит з порід осницького і коростенського комплексів), і апатит з одним максимумом у ділянці $1\ 460\text{ см}^{-1}$ (з коростишівських гранітів і пегматоїдних гранітів житомирського комплексу). В ділянці проявів коливання місткових зв'язків P-O-P тут визначено такі різновиди спектрів: а) дві середньоінтенсивні смуги – 750 і 805 см^{-1} приблизно однакової інтенсивності; б) тільки одна слабо інтенсивна смуга 750 см^{-1} ; в) смуг поглинання нема. Перший різновид спектрів характерний для апатиту з пегматитів і гранітів осницького комплексу, другий – для апатиту з мухарівських гранітів і букинських чарнокітів, третій – для апатиту з коростенських гранітів. Подібні ІЧ-спектри виявлено в апатиті з лужних порід Проскурівського масиву; простежено лише невеликі зміщення поглинань смуг у діапазоні $3\ 520$ – $3\ 530\text{ см}^{-1}$, пов'язаних з OH -іонами, яке пояснюють можливим впливом CO_3 -смуг, що зумовлюють дещо зміщені положення дублета смуг поглинання в межах $1\ 415$ – $1\ 420$ і $1\ 440$ – $1\ 446\text{ см}^{-1}$ [37]. Майже аналогічні ІЧ-спектри зафіксовано в апатиті з габро-сієнітів Давидківського масиву [5] і в апатиті з давніх магматичних і метаморфічних порід Мармароського масиву Карпат, де визначено тільки смуги групи CO_3^{2-} і тільки одну слабку смугу 750 см^{-1} , зумовлену коливаннями місткових зв'язків P-O-P [27].

Дещо складніші ІЧ-спектри фосфатної речовини фосфоритів, що належить до курськіту. На її ІЧ-спектрах, що добре вивчені на прикладі фосфоритів Західної України [32], простежені чіткі коливання аніонів PO_4^{3-} , CO_3^{2-} , OH^- . Для головного

аніона PO_4^{3-} в інтервалі $400\text{--}4\,000\text{ см}^{-1}$ повинні виявлятися такі коливання: повносиметричне валентне в ділянці 980 см^{-1} , асиметричне валентне V_3 в ділянці $1\,100\text{ см}^{-1}$ і асиметричне деформаційне V_4 поблизу 600 см^{-1} . У фосфатній речовині жовтових фосфоритів зниження симетрії PO_4^{3-} -іона виявляється у розщепленні дублета деформаційного коливання V_4 і появи двох інтенсивних смуг близько 585 і 610 см^{-1} , а також фіксації в деяких випадках ділянок валентного коливання V_3 ($1\,100\text{ см}^{-1}$) і V_4 (500 см^{-1}). Під час порівняння спектрів фосфату крейдових жовтових фосфоритів зі спектрами вендських конкреційних фосфатів виявлено значну різницю відносної інтенсивності смуг поглинання в ділянці коливання V_3 аніона PO_4^{3-} . Всі фосфорити Волино-Поділля мають слабку смугу, представлену плечем при $1\,090\text{ см}^{-1}$, тоді як у вендських фосфоритів у цій ділянці є смуга значної інтенсивності з чітким екстремумом $1\,092\text{ см}^{-1}$.

На ІЧ-спектрах подільських фосфоритів наявне чітке розщеплення коливання V_3 карбонат-іона на дві складові: $1\,430$ і $1\,460\text{ см}^{-1}$. На чутливішому спектрографі Spexord 75 IR добре видно екстремуми смуг не тільки в ділянці коливань V_3 ($1\,415\text{ см}^{-1}$), а й у ділянці коливань V_4 (865 см^{-1}). З'ясовано, що за даними ІЧ-спектрів можна кількісно оцінювати входження CO_3^{2-} -іона в структуру фосфатів кальцію у фосфоритах. На ІЧ-спектрах фосфоритів Поділля зафіксовано також коливання гідроксильних груп. Вони виявляються за широкою смугою валентних коливань у ділянці $3\,400\text{ см}^{-1}$, деформованих коливань біля ділянки $1\,630\text{ см}^{-1}$. Майже на всіх спектрах є широка смуга в інтервалі $3\,500\text{--}3\,550\text{ см}^{-1}$, що свідчить про можливість наявності валентних коливань гідроксильних груп, пов'язаних з водневим зв'язком і з фтором (ОН–F).

Важливі результати отримано щодо вивчення особливостей апатиту радіоспектроскопічними методами (ЕПР, ЯМР). Об'єктом таких досліджень були взірці мінералу з різних типів порід Чернігівської зони розломів і прилеглих до неї лужних масивів Приазов'я [9]. Цими дослідженнями виявлено, що серед парамагнітних центрів в апатиті переважають $\text{F}^-\text{O}-\text{F}^-$ -центри і D(Th)-центри, вміст яких (у відносних одиницях) коливається від $0,14$ до $21,44$ і від $0,0$ до $13,3$, відповідно. В менших концентраціях трапляються парамагнітні центри OH^-O^- , SiO_3^- і CO_3^- . Одержані дані підтверджують якісно обернену залежність концентрацій D(Th)- і $\text{F}^-\text{O}-\text{F}^-$ -центрів. Значним концентраціям D(Th)-центрів відповідають малі вмісти $\text{F}^-\text{O}-\text{F}^-$ -центрів, і навпаки. Подібні співвідношення простежено й між D(Th)- та іншими центрами. Кількість D(Th)-центрів значно більша в апатиті з карбонатитів, ніж в апатиті з силікатних порід, генетично пов'язаних з карбонатитами. В апатиті з силікатних порід є дещо вищі кількості SiO_3^- -центрів, тоді як в апатиті з карбонатних порід переважають концентрації CO_3^{2-} -центрів. Наявність SiO_3^- -центрів в апатиті засвідчує, що кремнезем, який майже постійно виявляють хімічними аналізами в українському апатиті, не завжди пов'язаний з механічними мінеральними домішками.

З люмінесцентних характеристик наявні тільки результати рентгенолюмінесцентних досліджень апатиту з Проскурівського лужного масиву та з габро-сієнітів Давидківського масиву УЩ [5], а також з давніх магматичних і метаморфічних порід Мармароського масиву Карпат [27, 29]. Для порід Мармароського масиву спектри рентгенолюмінесценції зняті в ділянці $300\text{--}800\text{ нм}$, вони пов'язані з випромінюванням Mn^{2+} , Ce^{3+} , Sm^{3+} , Dy^{3+} , Gd^{3+} , Tb^{3+} . Найінтенсивніше виявлені спектри випромінювання мангану в апатиті з плагіогнейсів і порфіроїдних гнейсів. Добре

виділені спектри випромінювання Dy і Ce, слабо виявлені – Gd і Tb, самарій зафіксовано лише в апатиті з плагіогнейсів. На спектрах рентгенолюмінесценції апатиту з Проскурівського лужного масиву виявлені випромінювання Ce^{3+} , Eu^{2+} , Sm^{3+} і дуже слабе Gd^{3+} . Перехід від безнефелінових сієнітів до нефелінових порід супроводжується підвищенням ролі іонів Ce^{3+} за одночасного зниження ролі Eu^{2+} . З'ясовано, що за рівнем активізації Sm^{3+} в апатиті можна відрізнити карбонати від кальцифірів [37].

Парагенезис і генезис. Апатит і його різновиди трапляються в дуже різноманітних парагенезисах і мають різний генезис. Він формувався в широкому діапазоні термодинамічних умов: від температури понад 1 200 °С (магматичні породи) до умов гіпергенезу й осадового мінералоутворення (фосфорити). В магматичних і метаморфічних породах апатит тісно асоціює з різними породотворними (польові шпати, кварц, слюди, піроксени і амфіболи) й акцесорними (циркон, титаніт, ортит, ільменіт тощо) мінералами. Часто апатит простежується у вигляді включень в породотворних мінералах. В осадових відкладах він трапляється як теригенний мінерал в асоціації з іншими стійкими мінералами (як породотворними, так і акцесорними), а також у вигляді фосфоритів, серед яких переважає курськіт у парагенезисі з глауконітом, глауконіт-фосфатом, біогенним халцедоном, опал-кристобалітом тощо.

У вивержених породах УЩ апатит кристалізувався з магматичного розплаву переважно на завершальних етапах магматичного процесу. За ІЧ-спектрами в ділянці коливань карбонат-іона припускають виділення апатиту на ранніх стадіях утворення осницьких мікрогранітів, коростенських та пегматоїдних гранітів та пізню його кристалізацію в чарнокітоїдах букинського комплексу. Результати вивчення включень дали підставу стверджувати, що кристалізація апатиту в карбонатитах Приазов'я відбувалася з гетерогенізованого карбонатного сольового розплаву, насиченого вуглекислотою, за температури не нижче 1 200 °С і тиску 800–900 МПа [14], а утворення апатиту з габро-сієнітів Давидківського масиву (північно-західна частина УЩ) – за високої температури (1 310–1 350 °С) з магматичного розплаву малої в'язкості й густини [5]. У пегматитах Західної Волині апатит утворився, головню, внаслідок метасоматичного заміщення плагіоклазів. Тут його кристалізація пов'язана з дією розчинів, збагачених легкими компонентами (F, Cl, P_2O_5), на кальцієвмісні мінерали. Частина кальцію, необхідна для утворення апатиту, можливо, була захоплена з вмісних гнейсових товщ [22]. Метасоматичну природу апатиту допускають також у мігматитах, де він утворювався шляхом заміщення плагіоклазу та інших кальцієвмісних мінералів. Апатит контактово-метасоматичного генезису формувався на контакті кальцієвмісних порід з інтрузіями лужного і кислого складу в межах Приазов'я. У Криворізькому басейні апатит виник під час магматичних (у гранітах і пегматитах), контактово-метасоматичних (у разі контамінації порід основного складу гранітною магмою) і метаморфічних (у залізистих та інших кварцитах, магнетитових і мартитових рудах) процесів. Пластові поклади апатиту у кварцитах, з огляду на їхні структурні особливості й асоціації з магnezіальними мінералами (кордієрит, флогопіт та ін.), формувалися, очевидно, з первинно-осадових фосфоритів [40].

У Донбасі в зоні купольної складчастості апатит утворювався в два етапи мінералізації [19]: 1) високотемпературний гідротермально-метасоматичний; 2) середньо-низькотемпературний гідротермальний. Апатит першого етапу перебуває в

парагенезисі зі скаполітом, тремолітом, флогопітом, титанітом, топазом та іншими мінералами. Його кристалізація, за даними гомогенізації первинних газиво-рідинних включень, відбувалася в межах 115–374°C. У газовій фазі цих включень виявлено, %: N₂+рідкі гази – 73,4; O₂ – 18,6; CO₂ – 8,0. Апатит другого етапу супроводжує свинцево-цинкове і ртутне зруденіння й тісно асоціює з піритом, кіновар'ю, доломітом, кальцитом, анкеритом, сфалеритом, кварцом, дікітом, халцедоном. У породах надсолної брекчії він містить включення кіноварі й, очевидно, виділяється одночасно з нею.

Різна природа властива апатиту Карпатського регіону [27, 29]. У давніх кристалічних породах Мармароського масиву він асоціює з головними породоутворювальними мінералами. Переважна приуроченість його до слюдисто-хлоритових і епідот-амфіболових прошарків, а також часта витягнутість кристалів уздовж сланцюватості свідчить про утворення апатиту в процесі регіонального метаморфізму. Обкатані його зерна в паропородах і частина кристалів в ортопородах є реліктовими мінералами первинних осадових і магматичних порід. У молодих магматичних породах Закарпаття апатит трапляється у вигляді включень у всіх породотворних мінералах, а також вкраплен у цирконі й основній масі. Найбільше його скупчень зосереджено в гіперстені й цирконі. Тут він є типовим продуктом магматичного мінералоутворення, що підтверджено вивченням [10, 39] розплавних включень, серед яких виділено аморфні й розкристалізовані. Аморфні включення складаються з газового пухирця (~10 %), скла (~70 %) і пластинчастих виділень кристалічної фази. Їхня гомогенізація наставала в інтервалі 1 300–1 250°C. Повне плавлення кристалічної фази відбувалося при 1 075°C. Газова складова розплавів містить CO₂ (до 7,5–29,4 %), вуглеводні (14,0–56,6), азот (0,0–57,0) і пари води (13,8–20,8 %).

За гіпергенних умов апатит порівняно стійкий. На найповніше вивченій корі звітрування карбонатитів Приазов'я виявлено, що на початковій стадії зміни апатиту пов'язані з вилуговуванням фтору, фосфору та гідратацією, а це зумовлює деякий надлишок у катіонній частині. Одночасно в апатиті зростають домішки карбонат- і сульфатапатитової складових, відбуваються його заміщення з утворенням водних псевдоморфоз вторинних фосфатів. У результаті формуються зони кори звітрування з різними концентраціями апатиту. В нижній частині розрізу кори виявлено локальні концентрації фосфатів з утворенням апатитових пісків із пухким або щільним цементом з гідроксидів заліза, сидериту, вторинних фосфатів і мінералів кремнезему [21].

В осадових відкладах усіх регіонів України апатит асоціює з іншими теригенними акцесорними мінералами (гранат, циркон, рутил, турмалін, титаніт, ільменіт, шпінель та ін.) і належить до продуктів седиментогенезу. З цими відкладами пов'язане також формування покладів фосфоритів, яке було дещо відмінним у різновікових відкладах. За літолого-генетичними ознаками різновікові фосфорити в осадових відкладах України належать до криптобіогенних, біохемогенних і біогенних утворень. Конкреційні фосфорити венду формувалися в морському басейні разом з вмісними породами. Джерелом фосфору слугував апатит кристалічних порід УЩ. Розчинені фосфати у верхніх частинах моря майже повністю поглинав планктон, значна частина якого після відмирання падала на дно морського басейну і розкладалася, збагачуючи ґрунтовий розчин фосфатами; з нього за певних концентрацій фосфатна речовина випадала в осад. Первісно конкреції виділялися шляхом стягання фосфорнокислого кальцію у вигляді гелю навколо центрів зародження,

якими могли бути глинисті або піщанисті частинки. Разом з колоїдним фосфатом в утворенні фосфоритових конкрецій брали участь інші мінеральні частинки глинистого осаду. Після цього відбулася розкristалізація гелеподібної фосфоритової маси, унаслідок чого з'явилися численні видовжені порожнини вздовж волокон, що утворюють фосфорит, і зіркоподібні центральні порожнини. Перевідкладені фосфорити крейди виникли внаслідок розмивання сеноманським морем родовищ вендських фосфоритів.

Крейдові первинні фосфорити, за Г.І. Бушинським, утворювалися на дні моря в процесі раннього діагенезу [4]. Найбільша кількість корінних фосфоритів нагромаджувалася на глибинах близько 100 м, проте фосфоритові жовна трапляються і серед галечників, тобто поблизу берегової лінії. Послідовність фосфоритоутворення була такою: спочатку нагромаджувався теригенний матеріал і органічні залишки, потім утворювався глауконіт, і все це зцементовувалося аморфним курськітом. Пізніше стінки порожнин і пор у фосфоритах покрилися радіально-волокнистим курськітом. Фосфорити канівської світи палеогену Донбасу і ДДЗ переважно містяться у вторинному заляганні, їхні поклади утворилися внаслідок розмивання і перевідкладення давніших, очевидно, верхньокрейдових фосфоритонесних відкладів. Найвні серед них первинні піскуваті фосфорити виникли з придонних розчинів хімічним шляхом на окремих невеличких ділянках, де були найсприятливіші умови для їхнього виділення. Такими умовами Г.І. Бушинський вважає фацію дрібнозернистих пісків. Жовна фосфоритів кївської світи утворилися шляхом випадання фосфатів кальцію з природних мулистих вод і цементації теригенного матеріалу.

На прикладі вивчення фосфоритонесності Західної України виділено три окремі фази глобального фосфорогенезу [32]. З першою фазою пов'язане формування вендських фосфоритонесних відкладів (калюські шари), зумовлене появою в Подільському морському басейні безскелетної фауни, яка слугувала, очевидно, концентратом розчинного фосфору в морській воді. В другу фазу (альб–сеноман) фосфатонагромадження відбувалося під впливом прибережного апвелінгу, який зумовив високу біологічну продуктивність і різномісний розвиток біогенної седиментації. З третьою, найменше вивченою, фазою пов'язаний фосфогенез кївського часу палеогенового періоду, який був дещо подібний до фосфоритонагромадження у крейдовому періоді.

Апатит є важливою сировиною для виробництва добрив, чистого фосфору і його сполук. Мінерал можна використовувати для вилучення рідкісних земель і стронцію. Найбільший інтерес становлять родовища і рудопрояви апатиту, пов'язані з габро-анортозитовими і карбонатитовими масивами, частково з метасоматитами УЩ, а також родовища і рудопрояви фосфоритів Волино-Поділля, ДДЗ й Донбасу. Фосфорити Придністер'я свого часу розробляли. Їх, зокрема фосфорити Незвиська, можна успішно використовувати як комплексні фосфатно-вапнякові добрива.

1. Акцессорные минералы Украинского щита / Отв. ред. Б.Ф. Мицкевич, Н.П. Щербак. К., 1976.
2. Афанасьева М.М. Литогенез и геохимия флишевой формации северного склона Советских Карпат. К., 1983.
3. Борко В.Н. Акцессорный апатит гранитоидов северо-запада Украинского щита // Минерал. журн. 1986. Т. 8. № 6. С. 43–51.

4. Бушинский Г.И. Литология меловых отложений Днепровско-Донецкой впадины // Тр. ГИН АН СССР. Сер. геол. 1954. № 67. 306 с.
5. Возняк Д.К., Глухов А.П., Геворкян С.В., Кузнецов Г.В. Свойства и условия образования апатита Давыдовского массива граносиенитов (северо-запад УЩ) // Термобарогеохимия и геохимия рудообразующих флюидов (по включениям в минералах): Тез. докл. совещ. Львов, 1985. Ч. 1. С. 155–157.
6. Габинет М.П., Кульчицкий Я.О. Особенности фосфоритообразования в меловых осадках Восточно-Европейской платформы // Минерал. сб. 1981. № 35. Вып. 2. С. 66–68.
7. Елисеев Н.А., Никольский А.П., Кушеев В.Р. Метасоматиты Криворожского рудного пояса. М.;Л., 1961.
8. Івантишин М.М. Акцесорні рідкісні мінерали та розсіяні елементи в гранітах і пегматитах Українського кристалічного щита. К., 1960.
9. Калиниченко А.М., Бучинская Н.И., Багмут Н.Н., Прошко В.Я. Кристаллохимические особенности апатита пород Украинского щита // Минерал. журн. 1987. Т. 9. № 3. С. 45–50.
10. Калюжний В.А., Шукайло Л.Г., Жовтуля Б.Д. Включения расплавов в апатите из магматических пород Украинских Карпат // Термобарогеохимия в геологии: Тез. докл. совещ. Владивосток, 1979. Т. 1. С. 70–71.
11. Комплексна металогенічна карта України. Масштаб 1: 500 000. Пояснювальна записка / А.С. Войновський, Л.В. Бочай, С.В. Нечаєв та ін. К., 2003.
12. Кононов Ю.В. Апатит з лабрадоритів Новомиргородського масиву // Матеріали з мінералогії України. К., 1960. С. 31–36.
13. Костюк В.П. Парагенетический анализ кристаллических пород Подолии в районе г. Винница. К., 1955.
14. Кульчецкая А.А., Возняк Д.К. Оценка РТ-условий карбонатитообразования черниговского комплекса (Приазовье) // Термобарогеохимия и геохимия рудообразующих флюидов (по включениям в минералах): Тез. докл. совещ. Львов, 1985. Ч. 1. С. 157–159.
15. Куц В.П. Особенности распределения, морфология и состав апатитов из гранитов Приазовья // Конституция и свойства минералов. 1971. Вып. 5. С. 118–122.
16. Лазаренко С.К., Коваленко Д.Н. Агрономічні руди України. К., 1966.
17. Лазаренко С.К., Сребродольський Б.І. Мінералогія Поділля. Львів, 1969.
18. Лазаренко С.К., Габінет М.П., Слишко О.П. Мінералогія осадових утворень Прикарпаття. Львів, 1962.
19. Лазаренко Е.К., Панов Б.С., Павлишин В.И. Минералогия Донецкого бассейна К., 1977. Ч. 2.
20. Лазаренко Е.К., Гершойг Ю.Г., Бучинская Н.И. и др. Минералогия Криворожского бассейна. К., 1977.
21. Лазаренко Е.К., Лавриненко Л.Ф., Бучинская Н.И. и др. Минералогия Приазовья. К., 1981.
22. Лазаренко С.К., Матковський О.І., Винар О.М. та ін. Мінералогія вивержених комплексів Західної Волині. Львів, 1961.
23. Литовченко Е.И. Гранитные пегматиты Западного Приазовья. К., 1976.
24. Ляхович В.В. Акцессорные минералы в гранитоидах Советского Союза. М., 1967.

25. *Марченко Е.Я., Кирикилиця Е.И., Сторчак П.Н.* и др. Апатиты карбонатитов Украинского щита // *Минерал. журн.* 1980. Т. 2. № 4. С. 59–66.
26. *Матковский О.И.* Акцессорные минералы гранитоидов осницкого комплекса Вольни. Львов, 1956.
27. *Матковский О.И.* Акцессорний апатит з давніх метаморфічних і магматичних порід Українських Карпат // *Минерал. журн.* 1996. Т. 18. № 6. С. 3–8.
28. Минералы карбонатных пород Украинского щита / Р.И. Сироштан, Н.И. Половко, Н.М. Бондарева и др. К., 1976.
29. 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, 2003.
30. *Панов Б.С., Панов Ю.Б., Тетенчук П.С.* О перспективах развития минерально-сырьевой базы редких металлов востока Украины // *Рідкісні метали України – погляд у майбутнє.* К., 2001. С. 85–87.
31. *Розанов К.И., Лавриненко Л.Ф.* Редкометальные пегматиты Украины. М., 1979.
32. *Сеньковский Ю.Н., Глушко В.В., Сеньковский А.Ю.* Фосфориты Запада Украины. К., 1989.
33. *Слензак О.И.* Чарнокиты Приднестровья и некоторые общие вопросы петрологии. К., 1960.
34. *Стадник В.О., Осадчий В.К., Галій Г.А.* та ін. Кори звітрявання порід лужно-ультраосновного і карбонатитового комплексу Західного Приазов'я // *Доп. АН УРСР. Сер. Б.* 1976. № 12. С. 1076–1077.
35. *Степанюк Л.М.* Абсолютная геохронология и генезис ортометаморфических пород Раховских гор: Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. К., 1987.
36. *Хмарук Т.Г.* Акцессорные минералы метаморфических пород бассейна р. Токмак (Приазовье) // *Конституция и свойства минералов.* 1966. Вып. 1. С. 87–94.
37. *Царовский И.Д.* Апатит Проскуровского щелочного массива Западного склона Украинского щита // *Докл. АН УССР. Сер. Б.* 1980. № 12. С. 28–32.
38. *Шнюков Е.Ф., Науменко П.И., Лебедев Ю.С.* и др. Грязевой вулканизм и рудообразование. К., 1971.
39. *Шукайло Л.Г.* Типоморфизм акцессорных минералов орогенных магматических формаций Закарпатья: Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. Львов, 1980.
40. *Юрьев Л.Д.* Апатитовые рудопроявления Северного Криворожья // *Советская геология.* 1969. № 3. С. 38–42.

APATITE IN GEOLOGICAL FORMATIONS OF UKRAINE

O. Matkovs'kyi

*Ivan Franko National University of Lviv
Hrushevskogo St. 4, UA – 79005 Lviv, Ukraine
E-mail: mineral@franko.lviv.ua*

The data on prevalence, forms of display, morphology, chemical composition, structure, physical properties and genesis of apatite in rocks of Ukraine are adduced. Apatite is submitted by many varieties (fluor-apatite, fluorhydroxylapatite, carbonate-apatite, phos-

phorite etc.). It is found out in all mineralogical provinces, and its deposits and ore-manifestations are known in the Ukrainian Shield, Volyn'-Podolian Platform, Carpathians, Peri-Black Sea and Dnieper-Donetsk Depressions and Donbas region. As accessory mineral, apatite is in the composition almost of all types of magmatic, metamorphic and sedimentary rocks. Fluor-apatite is most widespread. Nodular phosphorites prevail in sedimentary rocks; apatite is represented in them by fluor-carbonate-apatite – kurskite.

Key words: apatite, phosphorite, kurskite, morphology of crystals and aggregates, chemical structure, parameters of unit cell, optical and spectroscopic characteristics, genesis, Ukraine.

Стаття надійшла до редколегії 17.05.2006

Прийнята до друку 01.11.2006