

А.О. Криворучко, к.т.н., доц.

С.С. Іськов, доц.

Житомирський державний технологічний університет

Г.М. Ломаков

СП «Іскор»

ФОРМУВАННЯ ЗАБАРВЛЕННЯ ДЕКОРАТИВНОГО КАМЕНЮ**Частина 1. ПРИРОДНЕ ЗАБАРВЛЕННЯ КАМЕНІВ**

В статті досліджено основні типи забарвлення природних декоративно-облицювальних каменів і визначено основні фактори і процеси, які формують забарвлення породи в природних умовах.

Постановка проблеми. Одним з головних параметрів, що характеризує декоративність каменю, є колір (забарвлення), сприйняття якого обумовлено різним розподілом енергії по спектрах світлового потоку, що потрапляє в зоровий аналізатор. Колір породи має вирішальне значення при виборі сировини для виготовлення певних груп виробів, наприклад, для ритуальних цільей. Найбільшим попитом для виготовлення кам'яних ритуальних виробів (пам'ятники, кам'яна продукція благоустрою поховань, примогильні вази тощо) користуються дрібнозернисті темні камені, які в полірованій фактурі набувають чорного кольору і які можна прийняти за еталон ритуальних виробів. Сірі та кольорові камені користуються значно меншим попитом, особливо з порфіровидною структурою.

Крім того, забарвленість породи певного виду каменю може вказувати не лише на його популярність для використання у вказаних цілях, але і про доцільність його використання для цього, наприклад, свідчити про ступінь вивітреності гранітоїдів, ступінь інтенсивності вторинно-метасоматичних змін в габроїдах або вміст домішок і їх різновиди в мармурах. Яскраве вираження перерахованих вище ознак робить недоцільним використання каменю, наприклад, для зовнішнього облицювання або для виготовлення ритуальних виробів внаслідок швидкого окислення на повітрі частини мінералів і втрати зовнішнього вигляду виробів – їх привабливості.

Знання факторів, що формують забарвлення породи, також потрібне при виготовленні штучних декоративних каменів для надання їм найбільш привабливого вигляду.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зовнішній вигляд зразків природного каменю є однією з важливих характеристик родовища каменю і дозволяє виявити геологічні особливості побудови цього родовища, його морфологію і генезис. Аналіз зображення поверхні природного каменю, а також інших гірських порід, застосовують практично в усіх геологічних наукових дисциплінах [1]. Отримані при цьому дані мають не тільки наукову цінність, але і використовуються також в промисловості по видобутку та обробці корисних копалин [2, 3, 4].

Дослідженнями кольору порід та їх окремих мінералів для петрографічного вивчення порід під час пошуків і розвідки родовищ займалися в різний час такі вчені, як С.С. Федоров, В.І. Вернадський, О.Є. Ферсман, Е.К. Лазаренко, які розглядали відтінки кольору переважно як ознаки для пошуків рудних родовищ (наприклад, рожеві порошокваті нальоти вказують на руди кобальту, бурі та іржаві гідроокисли заліза – про знаходження зони окислення рудного родовища). Дослідженню текстурно-коліористичних ознак облицювальних порід присвячена робота О.Л. Гелети [5]. Вивченням і точним встановленням кольору мінералів і порід займалися В.В. Індутний та О.Р. Марухін, які для оцінки кольору каменю пропонують використовувати стандартні колориметричні параметри – світлоту, насиченість основного тону кольору, довжину хвилі основного (домінуючого) кольорового тону; та А.О. Криворучко [4], який запропонував визначати колір та його насиченість і яскравість об'єктивно за допомогою конкретних кількісних показників при використанні сучасних комп'ютерних технологій. Наявність цих даних важлива для оцінки промислового значення родовища, а також дозволяє розробити оптимальні методи видобутку і обробки сировини з родовища. Ці дані також слід враховувати при пошуках і розвідці нових родовищ природного каменю.

Метою даної статті є класифікація основних типів забарвлення природних декоративно-облицювальних каменів і дослідження факторів та процесів, які формують забарвлення породи в природних умовах.

Викладення основного матеріалу. Колір облицювального каменю залежить від хімічного складу гірської породи, забарвлення мінералів, з яких складається порода, і вмісту в них домішок.

Забарвлення природних мінералів

Забарвлення та інтенсивність забарвлення одних і тих же мінералів в різних породах можуть бути різні. Як правило, інтенсивність забарвлення слабшає з пониженням температури утворення мінералів. Тому не рідкі випадки, коли колір того чи іншого мінералу змінюється в залежності від умов його

утворення. Наприклад, мінерали глибинного походження, що виникають при високих температурах, характеризуються темним сірим одноманітним кольором, тоді як мінерали, утворені на поверхні землі з розчинів, звичайно світлі, білі і прозорі. Одним з перших узагальнень петрографії було положення про те, що послідовність виділення мінералів при магматичних процесах відбувається у порядку зниження забарвлення. Було прийнято наступне емпіричне правило: “спочатку кристалізуються темні руди і забарвлені мінерали, потім – безбарвні” (правило Розенбуша) [9]. В даний час доведено, що дане емпіричне правило у більшості випадків дійсно має місце.

Виділяються три основні типи забарвлення природних мінералів.

Ідіохроматичне забарвлення мінералів обумовлене наявністю хромофорів, якими можуть бути основні іони мінералу чи група іонів, а також домішок, які називають ізоморфними. Порушення однорідності кристалічної решітки також може обумовити забарвлення. Ідіохроматичне забарвлення, специфічне для даного мінералу, є як би невід’ємною частиною самого хімічного з’єднання, таким, як, наприклад, міцність, питома вага... Воно майже завжди зберігає свої основні риси, хоча і може відчувати деякі коливання у відтінках і густині. Ідіохроматичне забарвлення може змінюватись від ряду зовнішніх і внутрішніх факторів, але воно є типовим для даного хімічного з’єднання. На забарвлення можуть впливати валентність іона, його координаційне число, вміст хромофора, присутність в кристалічній ґратці інших хромофорів, взаємодія їх як між собою, так і з групами OH і H_2O , а також умовами утворення мінералів. Ідіохроматичне забарвлення, отримане при опроміненні каменю і пов’язане зі зміною енергетичного стану атомів та іонів, називається енергохроматичним.

Алохроматичне забарвлення залежить від сторонніх механічних домішок: включень зафарбованих мінералів, бульбашок газу та ін. Дане забарвлення безпосередньо не пов’язане з хімічним складом мінералу, воно мінливе і непостійне.

Псевдохроматичне забарвлення – це хибне забарвлення мінералів, обумовлене розсіюванням білого сонячного світла, інтерференцією чи дифракцією світлових хвиль у зовнішніх шарах мінералу, пов’язаних з особливостями його виділень чи вивітрянням (наприклад, іризація лабрадориту). Сам мінерал є безбарвним і здається кольоровим тільки через вищеперераховані оптичні явища.

З перерахованих трьох типів забарвлення найбільшого поширення і значення має ідіохроматичне забарвлення, обумовлене властивостями певних хімічних з’єднань давати дане забарвлення (хромофорами). У табл. 1 наведено основні мінерали, забарвлення яких викликано різними хромофорами (за основу взята таблиця В.С. Соболева для силікатів). Серед хромофорів головна роль належить залізу у формі іонів Fe^{+2} і Fe^{+3} , потім титану, марганцю і хрому; рідко коли забарвлення пов’язане з наявністю нікелю, міді, ванадію і кобальту.

Залізо є найбільш сильним хромофором у вигляді катіону Fe^{+3} , з яким найчастіше пов’язано червоно-буре забарвлення. Інтенсивність забарвлення зростає при наявності аніонів OH^{-1} та O , причому оптимальною умовою для найбільш інтенсивного забарвлення є їх співвідношення 1:5. Двовалентне залізо Fe^{+2} є більш слабким хромофором і викликає зелене забарвлення, яке може переходити в жовто-буре при наявності іонів OH^{-1} та K^{+1} , які підсилюють забарвлюючу роль катіонів тривалентного заліза і послаблюють роль двовалентного заліза. Найбільш інтенсивне забарвлення виникає при сумісному знаходженні іонів Fe^{+2} і Fe^{+3} , при цьому можливі два випадки:

1) одночасна присутність не дає нових тонів, а викликає лише перехід від бурого забарвлення до зеленого в залежності від переваги однієї з форм окислення – через взаємне заміщення катіонів в одних і тих же кристалографічних положеннях в кристалічній ґратці;

2) поява якісного нового синього забарвлення, викликаного сумісною дією обох форм окислення заліза, – через одночасну присутність катіонів обох форм в різних положеннях кристалічної ґратки мінералів.

Таблиця 1

Забарвлення мінералів, викликане різними хромофорами (за В.С. Соболевим) [9]

Хромофор	Забарвлення	Мінерал	Іони, що впливають на забарвлення
Fe^{+2}	Зелене Буре	Рогова обманка, хлорит	OH^{-1}
		Шпінель Біотит	– OH^{-1}, K^{+1}
	Жовте	Хондродит	OH^{-1}
Fe^{+3}	Буре	Рогова обманка	OH^{-1}
		Бурі залізники	OH^{-1}, H_2O
	Червоне Буро-зелене	Гематит, гіперстен	–
		Андрадит Епідот	Ca^{+2} OH^{-1}
Fe^{+2} і Fe^{+3}	Синє	Шпінель	OH^{-1}

Ti^{+4}	Червоно-буре Буре	Біотит Сфен Андрадит	OH^{-1} , K^{+1} Ca^{+2} Ca^{+2}
Cr^{+3}	Червоне Червоно-зелене Зелене Фіолетове	Корунд, піроп, шпінель Олександрит Діопсид, оксид хрому Хлорит	– – – OH^{-1}
Mn^{+3}	Червоне	П'ємонтит	OH^{-1} , Ca^{+2}
Ni^{+2}	Зелене Жовте	Нікелістий олівін Оксид нікелю Нікелістий піроксен	– – –
V^{+3}	Оливкове Жовто-червоне	Піроксени Ломонтит	– –
Cu^{+2}	Зелене Синє	Малахіт Діоптаз Азурит	OH^{-1} H_2O OH^{-1}
Co^{+3}	Червоне Синє Рожеве	Форстерит, периклаз Шпінель Еритрин	– – OH^{-1}

Ще слабшим хромофором є титан у вигляді катіону Ti^{+3} , що викликає фіолетове забарвлення. Ti^{+4} є хромофором, що обумовлює інтенсивне забарвлення лише в присутності іонів OH^{-1} і при наявності заліза. Тоді він призводить до бурого і червоно-бурого забарвлення.

Іон міді викликає зелене чи синє забарвлення, в інтенсивності якого важливу роль відіграє кристалічна вода.

Хром Cr^{+3} може давати зелене і червоне забарвлення, перехід між якими відбувається в залежності від вмісту оксиду хрому. Причиною цього є збільшення міжіонних відстаней при збільшенні вмісту іонів оксиду хрому, що призводить до зміни поляризації. Зміні забарвлення хромом від зеленого до червоного через фіолетові кольори сприяє наявність аніонів OH^{-1} (в бік червоного забарвлення) і присутність сусідніх катіонів, наприклад кальцію Ca^{+2} (в бік зеленого забарвлення).

Забарвлення мінералів характеризується довжиною світлової хвилі. Людське око може сприймати лише невелику її частину, в межах 3800–7600 ангстремів ($1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ см}$) (табл. 2). Цей невеликий інтервал електромагнітних коливань, що сприймається оком у вигляді різного кольору в залежності від частоти коливань і довжини хвилі, є збудником забарвлення. При проходженні світла через кристалічну речовину відбувається поглинання видимих променів, тому відбите зсередини світло втрачає ряд хвиль і забарвлюється в певний додатковий колір. Поглинання може бути:

- 1) повним, коли повністю поглинаються всі довжини хвиль спектра, мінерал має чорне забарвлення;
- 2) відсутнім, коли відбиваються всі довжини хвиль спектра, мінерал має біле забарвлення;
- 3) загальним, більш-менш рівномірним, коли поглинаються всі довжини хвиль спектра, мінерал забарвлюється в ахроматичні кольори – у гамму сірих кольорів;
- 4) вибіркоvim, коли поглинаються деякі області спектра, це обумовлює забарвлення мінералів у чисті додаткові кольори залежно від довжини хвиль світла, що пройшло чи було відбите.

Таблиця 2

Орієнтовні межі ділянок спектра для основних кольорів декоративних каменів [2]

Колір	Межі ділянок спектра, \AA	Колір	Межі ділянок спектра, \AA
Червоний	6200–7600	Зелений	5200–5500
Червоно-помаранчевий	6000–6200	Зелено-блакитний	5000–5200
Помаранчевий	5900–6000	Блакитний	4850–5000
Помаранчево-жовтий	5800–5900	Синій	4700–4850
Жовтий	5700–5800	Синьо-фіолетовий	4400–4700
Жовто-зелений	5500–5700	Фіолетовий	3800–4400

За характером розподілу забарвлення мінералів може бути:

- суцільним і однорідним (ортоклаз);
- зональним (флюорит, кальцит);
- нерівномірним (точковим, волокнистим, плямистим);

– різні кінці одного мінералу можуть мати різний колір (епідот, поліхромні турмаліни).

Забарвлення декоративно-облицювальних каменів

Колір облицювального каменю обумовлений його хімічним і мінералогічним складом та вмістом в ньому домішок.

В залежності від співвідношення породоутворюючих мінералів *гранітоїди* можуть мати м'ясо-червоне, червоне, рожево-червоне, рожеве, рожево-сіре, світлосіре, сіре, темносіре до чорного або зелене забарвлення. Основне забарвлення гранітоїдів обумовлене забарвленням польового шпату, що в ньому переважає, – рожевим, жовтим, червоним, зеленим... Переважання плагіоклазів надає породі сіре забарвлення різних відтінків. У великих кількостях кварц також впливає на колір породи. Наприклад, при наявності димчатого до чорного кварцу (через концентрацію алюмінію і лугів в розчинах або розплавах та інтенсивний радіаційний вплив) у гранітах утворюється контрастний текстурний малюнок породи, що значно поліпшує її декоративність. При поєднанні блакитної групи кварцу (блакитний, блакитно-сірий, бузковий, лілово-сірий) з мікроклінами рожево-червоних відтінків або з білими плагіоклазами (як у чарнокітів Побужжя) відмічається додаткова привабливість породи. Блакитні відтінки утворюються завдяки наявності наддрібних мінеральних (рутил, ільменіт) і газорідних включень.

Калієві польові шпати (мікроклін і плагіоклаз) надають гранітоїдам червоні і рожеві кольори, рідше кремові, білі і світло-сірі. Мікроклін має від рожево-червоного до жовто-бурого забарвлення в залежності від кількісного співвідношення гематитової і гетитової фаз, одночасно присутніх в мікрокліновій матриці. При впливі на породи радіоактивних полів (руд урану і торію) завдяки підвищенню температури відбувається метаморфічне перетворення гранітоїдів, зсув співвідношення фаз в бік гематиту і, як результат, почервоніння мікроклінів і породи. Навпаки, при впливі гідротермальних розчинів співвідношення фаз зміщується на користь гетиту, що призводить до отримання жовтих і бурих відтінків. Остеронь знаходяться основні граніти (амазонітові), в яких зустрічається мікроклін, забарвлений в зелений чи блакитно-зелений колір (амазоніт), що пов'язано з наявністю у кристалічній решітці калієвого польового шпату оксиду рубідію чи закисного заліза.

Плагіоклази надають гранітоїдам білі, світло-сірі і сірі до чорного кольори, іноді зеленуватий, жовтувато- і сірувато-зелений відтінок (через мікрровключення зелених залізовміщуючих силікатів), це пов'язано з вторинними змінами плагіоклазів – утворенням хлориту, епідоту... Так, зелений відтінок гранітів Човнівського, Хотижського, Маславського родовищ обумовлений зеленуватим забарвленням плагіоклазів, що складають відповідно 16, 35 і 50 % мінерального складу цих порід.

Темноколірні мінерали – біотит, рогова обманка, піроксен – практично не впливають на загальне сприйняття забарвлення гранітоїдів і лише при їх вмісті 15–20 % породи (наприклад, чарнокіт) отримують сірий або темно-сірий колір. Біотит має коричневий (бурий) колір з рожевим, червонуватим або зеленуватим відтінком до темно-коричневого або чорного, рогова обманка – блакитно-зелений, зелений, зелено-бурий і бурий (коричневий) кольори. Забарвлення цих мінералів залежить від кількісного співвідношення іонів Fe^{2+} , Fe^{3+} і Ti^{4+} : при перевазі іонів Fe^{2+} та низькому вмісту Ti^{4+} мінерали отримують зелені відтінки, іонів Fe^{3+} – коричневі, іонів Ti^{4+} – червоні.

Оскільки породоутворюючі мінерали *габроїди* і гранітоїдів майже не відрізняються, то забарвленість окремих мінералів не буде відрізнятися від описаної вище. Змінюється лише забарвленість основної породоутворюючої породи групи габро – плагіоклазу, оскільки в гранітоїдах представлено кислий плагіоклаз, а в габроїдах – переважно основний. Зелене забарвлення плагіоклазів обумовлене, головним чином, наявністю ізоморфних домішок іонів оксиду заліза (Fe^{2+} , Fe^{3+}), пов'язане з мікрровключеннями зелених залізовміщуючих силікатів та має алохроматичну природу. Природа забарвлення сірих та чорних плагіоклазів швидше за все пов'язана з субмікронними включеннями високозалістистих фаз, які вміщують залізо у змішано-валентному стані ($Fe^{2+} + Fe^{3+}$), або з іонами Ti (магнетит, ільменіт, складні оксиди типу шпінелі, високозалістисті силікати і т.д.). В породах з достатньо крупною зернистістю можна макроскопічно розрізнити сірі кристали плагіоклазу і зеленувато-чорні виділення темноколірних мінералів (моноклінний піроксен, олівін, рогова обманка), при підвищенні їх вмісту порода набуває більш яскраво вираженого зеленуватого відтінку. Визначення параметрів кольору гранітоїдів і габроїдів в різних системах кольорових координат наведено в табл. 3 [8].

Колір *мармуру* і близьких до нього карбонатних порід (доломіти, вапняки, кальцифіри) також залежить від мінерального складу породи. Найбільш популярний білий або світло-сірий кольори, вони мають при великому вмісті кальциту та доломіту (коелгінський мрамур та негребівський доломіт). У більшості випадків мрамур містить велику кількість домішок інших мінералів, таких як польовий шпат, серпентин, лімоніт, олівін, гематит, пірит, халцедон, кварц, які виділяються на світло-сірому і білому фоні у вигляді рідких, переважно дрібних плям сірого, зеленуватого, жовтого та бурого кольорів.

Забарвлення кольорових мармурів залежить від вмісту в них домішок. Наявність в мармурі лімоніту надає йому лимонно-жовтого і бурого кольорів, гематиту – червоного кольору, графіту – чорного та сірого. Кальцифір характеризується зеленим, блідо-зеленим, жовтувато-зеленим забарвленням за

рахунок досить значного вмісту серпентину та темноколірних мінералів. Кольорові мармури і кальцифіри характеризуються строкатим або смугастим забарвленням за рахунок нерівномірного розміщення і чергування різноманітних мінералів-домішок.

Забарвлення і вивітреність порід

Колір породи цікавить не лише з естетичної точки зору, він також свідчить про характер і ступінь вивітрення породи. Наприклад, жовті і коричневі (бурі) кольори в більшості випадків вторинні, вони є результатом озалізнення (окислення і гідратації) таких залізозміщуючих мінералів, як біотит, рогова обманка, авгіт, гранат, пірит. Зміна початкового кольору відбувається через хімічні зміни мінералів – за рахунок винесення чи окислення хромофорів. Зміна відтінків кольору також може пов'язуватись з наявністю тріщин, розломів: по поверхні ослаблення зв'язків проникають розчини, що викликають знебарвлення, порода здається смугастою.

Кольорові координати та кольорова різниця між зразками каменю

	Токів.1 (C)	Токів.2 (C)	Токів.1 (D)	Токів.2 (D)	Покос 1(C)	Покос 2(C)	Покос 1(D)	Покос 2(D)	Капуст. (C)	Габро (C)	Габро (D)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
R	113	106	113	106	144	139	144	139	117	59	59
G	105	93	105	93	143	146	143	146	89	67	67
B	95	83	95	83	143	141	143	141	73	65	65
Δ_1	18,4		18,4		6,2		6,2		15,4 (2)	138 (6)	0 (10)
X	16,51322	14,41285	13,92663	11,41914	27,19187	25,98984	26,28062	25,73269	13,86232	4,686688	4,764643
Y	14,12633	10,94617	12,19326	9,33819	27,43618	27,19193	27,38204	27,01876	8,481374	5,315134	5,317918
Z	11,44354	8,650046	13,46957	10,40325	32,29579	31,94483	29,68714	29,26049	10,34429	6,218163	5,724208
Δ_2	4,74		4,88		1,27		0,78		4,21 (2)	41 (6)	0,552 (10)
x	0,3924	0,4238	0,3518	0,3665	0,3128	0,3053	0,3116	0,3138	0,424	0,2889	0,3015
y	0,3357	0,3219	0,308	0,2997	0,3156	0,3194	0,3246	0,3294	0,2595	0,3277	0,3364
Δ_3	34,3		16,9		8,4		5		62,4 (2)	16,4 (6)	15,3 (10)
u	0,236999	0,255427	0,234816	0,250006	0,203068	0,19626	0,199825	0,198403	0,322163	0,181887	0,187389
v	0,456018	0,453308	0,462578	0,460005	0,461007	0,462008	0,468449	0,468718	0,443494	0,464122	0,470584
Δ_{MA}	4,85		4		1,8		0,374		17,75 (2)	3,8 (6)	2,2 (10)
L	42,2	37,4	41,52	36,63	59,4	59,2	59,33	58,99	35	27,6	27,62
a	15,1	20,6	15,66	19,88	1,1	-2,8	1,06	0,22	40,8	-6,5	-3,67
b	-0,2	-0,3	-0,48	-0,7	0,2	0,3	0,19	0,23	-0,9	0,3	0,29
Δ_C	5,5		6,48		3,9		0,84		25,7 (2)	3,7/32 (6)	2,8 (10)

Примітки:

1. При обчисленнях кольорової різниці були використані вирази:

$$\Delta_1 = \sqrt{(\Delta R)^2 + (\Delta G)^2 + (\Delta B)^2}; \quad \Delta_2 = \sqrt{(\Delta X)^2 + (\Delta Y)^2 + (\Delta Z)^2};$$

$$\Delta_3 = 1000 \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}; \quad \Delta_{MA} = \sqrt{(\Delta u)^2 + (\Delta v)^2} / 0,0038; \quad \Delta_1 = \sqrt{(\Delta a)^2 + (\Delta b)^2},$$

де $\Delta X, \Delta Y, \dots, \Delta a, \Delta b$ – різниця між відповідними координатами суміжних стовпчиків чи між розглядуваним та тим, що вказаний в дужках;

2. Δ_{MA} – відстань між координатами кольору в рівноконтрастній системі Мак-Адама. 0,0038 – значення одиничної розбіжності в цій системі;

3. Множення на 1000 при обчисленні Δ_3 використано для підвищення діапазону представлення результатів.

4. Значення дроби в останній клітинці 10-го стовпця відповідає розходженням, що визначені згідно з (5): чисельник – розходження за насиченістю, знаменник – повне.

При вивітрованні різнозбарвлені породи також можуть набувати світлого або білого забарвлення. Це відбувається внаслідок:

- 1) вивітрування зерен польових шпатів до білого пилюватого каоліну;
- 2) утворення мікропустот в більш-менш прозорих мінералах, прозорість зникає, зерна здаються білими;
- 3) утворення мікротріщин в зернах порід під дією різких температурних змін (наприклад, світло-сірі і майже білі лабрадорити Васьковицького родовища).

Зелений колір або зеленуватий відтінок породи набувають при підвищенні вмісту таких темноколірних і вторинних мінералів, як хлорит, епідот, серпентин.

Наприклад, при вторинних гідротермально-метасоматичних змінах лабрадоритів та габро-анортозитів відбуваються процеси калішпатизації, окварцювання, хлоритизації та утворення слюдисто-кварц-карбонатних включень. Метасоматичне заміщення плагіоклазу кварцом і калієвим польовим шпатом викликає освітлення по границях кристалів і вздовж мікротріщин всередині них. Інколи кристали плагіоклазу повністю заміщуються ними і набувають неоднорідного сірого кольору з темними і світлими плямами. Слюдисто-кварц-карбонатні включення мають колір від світло-сірого до білого, розміри в залежності від інтенсивності процесу коливаються від 1 мм до 15–20 мм, переважно 15–20 мм. Межі освітлених ділянок розмиті як результат метасоматичного заміщення породи. Псевдоморфне заміщення хлоритом темноколірних мінералів (піроксену і олівіну) призводить до позеленіння породи. Як результат, порода набуває плямистого вигляду і стає непридатною для виготовлення полірованих виробів.

При експлуатації на відкритому повітрі в результаті вивітрування і окислення мінералів включення виділяються своїм яскраво-бурым кольором. Причому бурі гідроокиси заліза завжди розвиваються спочатку у вигляді оторочок навколо включень, а вже потім заміщують мінерали всередині, фарбуючи включення в білий колір і утворюючи ржаві потоки. На ділянках інтенсивного розвитку кварц-карбонатних включень, де порода буквально всипана ними, породи за рахунок окислення включень отримують зеленувато-бурий чи іржавий колір. Найменш стійкий карбонат, саме він першим і найбільш інтенсивно піддається хімічній корозії, активно заміщуючись бурими охристими гідроокисами заліза.

Висновки. Дослідження кольору каменя дозволяє виконувати оцінку геохімічних процесів в облицювальних породах і оцінювати ступінь вивітреності породи та її вторинні зміни. Результати колориметричних та геометричних вимірювань зразків природного каменя можуть бути використані для вирішення наукових і виробничих задач в гірничо-геологічній галузі. При цьому вони можуть бути використані для класифікації зразків та родовищ природного каменя, визначення їх генезису та геологічних характеристик, створення банку даних облицювальних каменів родовищ України.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Саранчина Г.М., Шинкарев Н.Ф.* Петрография магматических и метаморфических пород. – Л.: Недра, 1967. – 324 с.
2. *Бакка Н.Т.* Облицовочный камень. Геолого-промышленная и технологическая оценка месторождений: Справочник / Н.Т. Бакка, И.В. Ильченко. – М.: Недра, 1992. – 303 с.
3. *Личак И.Л.* Петрология Коростенского плутона. – К.: Наукова думка, 1983. – 248 с.
4. Визначення показників кольору та геометричних характеристик текстури облицювального каменя / М.Т. Бакка, О.О. Ремезова, А.О. Криворучко, Є.С. Купкін, Ю.О. Подчашинський // Сборник научных трудов Национального горного университета. – 2004. – Т. 1. – № 19. – С. 23–30.
5. *Гелета О.Л.* Оцінка декоративної якості гірських порід при геолого-розвідувальних роботах на родовищах Українського щита: Дис. на здобуття наук. ступеня канд. геолог. наук: Спец. 04.00.11 “Геологія металевих і неметалевих корисних копалин”. – К., 2001. – 155 с.
6. *Іськов С.С.* Вплив мінералогічного складу каменя на декоративність і довговічність гранітів // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – 2005 – № 4 (35). – С. 124–127.
7. *Лазаренко Е.К.* Курс минералогии. – К.: Государственное издательство технической литературы Украины, 1951. – 688 с.
8. *Криворучко А.О.* Обґрунтування методики геометризації габроїдних порід на основі визначення та оцінки показників структури та декоративності: Дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: Спец. 05.15.01 “Маркшейдерія”. – Житомир, 2006. – 233 с.

КРИВОРУЧКО Андрій Олексійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

– гірництво;

- маркшейдерія.

ІСЬКОВ Сергій Станіславович – доцент кафедри маркшейдерії Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- гірництво;
- розвідка та оцінка родовищ природного каменю;
- маркшейдерія.

ЛОМАКОВ Григорій Миколайович – директор СП «Іскор».

Наукові інтереси:

- гірництво;
- визначення якості виробів з природного каменю.

Подано 10.03.2009

Криворучко А.О., Іськов С.С., Ломаков Г.М. Формування забарвлення декоративного каменю. Частина 1. Природне забарвлення каменів

Криворучко А.А., Іськов С.С., Ломаков Г.Н. Формирование цвета декоративного камня. Часть 1. Природный цвет камней

Kryvoruchko A.A., Iskov S.S., Lomakov G.N. Formation of ornamental stone coloration. Part 1. Natural coloration of stones

УДК 552:553.52

Формирование цвета декоративного камня. Часть 1. Природный цвет камней // А.А. Криворучко, С.С. Іськов, Г.Н. Ломаков

В статье исследованы основные типы окраски природных декоративно-облицовочных камней и определены основные факторы и процессы, которые формируют цвет в природных условиях.

УДК 552:553.52

Formation of ornamental stone coloration. Part 1. Natural coloration of stones // A.A. Kryvoruchko, S.S. Iskov, G.N. Lomakov

The main types of natural ornamental stones coloration are studied. The main factors and processes that form coloration of rock in natural conditions are determined.