

РОЗРОБКА КОРИСНИХ КОПАЛИН

УДК 552:553.52

С.С. Іськов, к.т.н., доц.
А.О. Криворучко, к.т.н., доц.
В.В. Коробійчук, к.т.н., доц.

Житомирський державний технологічний університет

Г.М. Ломаков
СП "Іскор"

**ФОРМУВАННЯ ЗАБАРВЛЕННЯ ДЕКОРАТИВНОГО КАМЕНЮ
ЧАСТИНА 2. ШТУЧНЕ ЗАБАРВЛЕННЯ КАМ'ЯНИХ ВИРОБІВ**

В статті досліджено та проаналізовано основні способи формування забарвлення штучних декоративних поверхонь та способи зміни забарвлення виробів з природного каменю.

Постановка проблеми. Природний камінь, як і раніше, привертає увагу споживачів, не зважаючи на те, що в час високих технологій ринок будівельних матеріалів насичений значною кількістю штучних замінників. У всьому світі, і в Україні зокрема, продовжується інтенсивне зростання споживання природних кам'яних облицювальних матеріалів. Сьогодні в архітектурі і будівництві природний камінь використовують практично всюди – від невеликих елементів у будівлях до оздоблення найбільших споруд – торговельних і комерційних центрів, банків, храмів, аеропортів. Перевага природного каменю полягає у тому, що геологічні умови, в яких відбувалося його утворення, забезпечили йому сукупність унікальних фізико-технічних і декоративних властивостей.

Зовнішній вигляд поверхні облицювального каменю має важливе значення при його застосуванні для оздоблення різноманітних споруд та визначає його якість як промислового виробу. Однак природне забарвлення облицювальних порід не завжди є досконалим. Тому не рідко трапляється така ситуація, коли продавець штучно змінює колір каменю, "підкрашує" його, щоб надати всім плиткам каменю з одного родовища схожого вигляду або усунути чи приховати такі недоліки, як незначні тріщини, акцесорні мінерали, змінені кристали. І споживач облицювальної продукції може дізнатися про це занадто пізно, коли вона почне руйнуватися чи отримає зовсім непривабливий вигляд.

Знання факторів (як природних, так і штучних), що формують забарвлення породи, також потрібне при виготовленні штучних декоративних каменів та для надання природним відмінам більш привабливого вигляду. При цьому колір природного каменю можна радикально змінити.

Фактор декоративності та якості природного каменю стає ключовим для просування на міжнародний ринок, зміцнення становища та утримання на ньому власної частки. Так як товарна група природного каменю представлена на нашому ринку в широкому асортименті, тому у споживача завжди є можливість вибрати відповідний матеріал за категорією *ціна/якість*.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Забарвлення і колір 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 у промисловості з видобування та обробки природного каменю [2–5]. Зовнішній вигляд зразків природного каменю є однією з важливих характеристик родовища каменю і дозволяє виявити геологічні особливості побудови цього родовища, його морфологію і генезис. Наявність цих даних важлива для оцінки промислового значення родовища, а також дозволяє розробити та підібрати оптимальні методи видобування і обробки сировини з родовища. Їх також враховують при визначенні напрямів застосування природного каменю.

Основними характеристиками зовнішньої поверхні каменю є характеристики кольору і текстури поверхні. Текстура – це прояв на поверхні каменю його внутрішньої будови [2]. Вона утворюється періодичним повторенням структурних елементів цієї текстури, що є геометричними фігурами певного розміру та форми, колір яких відрізняється від кольору фону.

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 – яскравість, насиченість основного тону кольору, довжину хвилі основного (домінуючого) кольорового тону; та А.О. Криворучко, який запропонував визначати колір, його насиченість та яскравість об'єктивно за допомогою конкретних кількісних показників при використанні сучасних комп'ютерних технологій.

Класифікацію основних типів забарвлення природних декоративно-облицювальних каменів і дослідження факторів і процесів, що формують забарвлення породи в природних умовах досліджено в [10].

Однак у літературних джерелах мало уваги приділено питанням формування штучного забарвлення природного каменю.

Метою даної статті є дослідження основних способів формування забарвлення штучних декоративних поверхонь та аналіз способів зміни забарвлення виробів із природного каменю.

Викладення основного матеріалу статті.

Штучне забарвлення виробів з декоративного каменю

Відмінності у кольорі плиток однієї і тієї ж породи є характерною особливістю природного матеріалу, яким є природний камінь. Оскільки забарвлення і візуальне сприйняття каменю залежать від його мінералогічного та хімічного складу, то їх коливання може призвести до значних змін забарвлення в межах не тільки одного родовища, а навіть у межах однієї ділянки. Крім того, в межах родовища каменю по-різному поширені негативні ознаки – локальні скупчення мінералів, які різко виділяються кольором і погіршують привабливість каменю, або розповсюдження вторинних і акцесорних мінералів, що швидко руйнуються на відкритому повітрі. Ці особливості ускладнюють підбір матеріалів для реставраційних робіт, а також формування великих партій облицювальних матеріалів із природного каменю.

Виділяють два основні способи дії на природний камінь з метою зміни його забарвлення:

1. Зміна кольору мінералів породи шляхом нагрівання, випалення, опромінення – без введення жодних сторонніх речовин.

2. Фарбування/підфарбовування з використанням барвників.

Досить поширеним способом надання поверхні природного каменю однорідного забарвлення є звичайне фарбування каменю. Наприклад, для темних до чорного дрібнозернистих каменів, таких як габро, найчастіше використовують звичайну типографську фарбу, якою вироби з каменю просочують протягом декількох днів або натираються в процесі кінцевої обробки парафіновими (восковими) сумішами з додаванням типографської фарби. Для гранітоїдних порід відповідно характерне просочування розчинами з додаванням пігменту відповідного кольору або його втирання в процесі кінцевої обробки з парафіновими (восковими) сумішами.

Для надання жирного блиску й глибини кольору використовують як парафінові й воскові суміші, так і просочування звичайним дизельним паливом.

Віск рекомендований для поліпшення блиску основи після полірування [11]. Так засіб типу **Brillo** є рідким силіконовим воском, що використовується для відновлення блиску на мармурі, граніті, інших видах природного каменю, а також керамограніті.

Існують кремподібні засоби (типу **Quick**), розроблені для захисту, полірованої поверхні і надання блиску обробленій поверхні мармуру, граніту та іншим відмінам природного каменю.

Лак Extra Drops є ідеальним засобом для здобуття “мокрого ефекту” на постарілих матеріалах і для обробки зовнішньої поверхні з метою всебічного розкриття і поліпшення тональності забарвлення.

Також застосовують клей-мастику з підвищеною мірою адгезії, що виробляється на основі поліефірної смоли. Поряд зі звичайним використанням, даний засіб рекомендується для всіх робіт, де потрібна особлива міра склеювання без втрати інших характеристик, властивих поліефірним мастикам. Особливо рекомендується для робіт по ремонту і склеювання граніту.

Також для зміни забарвлення може використовуватись термообробка каменю або обробка його поверхні спеціальними хімічними реактивами. Так обробка вапняків середньої міцності, що не поліруються, нітратом і ацетатом міді, забезпечує збільшення їх міцності, твердості і водонепроникності на 10 % [5], камінь при цьому набуває зелено-голубого кольору і може поліруватись за рахунок отримання при хімічній взаємодії CaCO_3 з цими солями міді нерозчинної у воді сполуки $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$, яка за хімічною формулою відповідає основному складу малахіту.

Штучний облицювальний камінь

Природний камінь має обмежену колірну гамму, що істотно звужує можливість оригінальних колірних і дизайнерських рішень. На відміну від нього, штучний камінь може мати будь-які кольори і відтінки. Зокрема, найрідкісніші або навіть такі, що зовсім не зустрічаються в природі. При цьому штучний камінь, на відміну від природного, ніколи не має радіоактивного фону.

Штучний облицювальний камінь, або “дикий” камінь (англ. cultured stone – окультурений, ушляхетнений камінь), – це повноцінна імітація натурального природного каменю і виробів з нього із застосуванням сучасних натуральних або синтетичних матеріалів за спеціальними технологіями. Предмети, виготовлені з високоякісного штучного каменю, викликають повну ілюзію натуральності, як візуально (поєднання кольору, фактури, блиску), так і на дотик.

Поняття “штучний камінь” включає декілька типів штучних облицювальних матеріалів. Найбільш відомими з них є три:

- декоративний бетон (“литий камінь”);
- полімербетон (“литий мармур”, “промисловий мармур”, агломерат, конгломерат);
- керамограніт.

Декоративні бетони – це камінь із мінерального наповнювача (пісок, керамзит, спучений перліт, керамічна крихта, пемза) і зв'язуючого компонента – цементу (або портландцемент), а також пігментів. Іноді забарвлення виконується тільки поверхневим способом, але найбільш ефективним є подвійне забарвлення – по всій масі з застосуванням зовнішнього фарбування. На останньому етапі камінь покривають спеціальним водовідштовхувальним складом. Штучний камінь на основі бетону практичний, довговічний, екологічний і водостійкий. Міцність на стиск складає $130\text{--}170\text{ кг/см}^2$, він у 2–3 рази легший за природний.

Для виробництва цього виду матеріалів використовуються два способи: вібропресування і вібролиття. Технологія **вібропресування** полягає в тому, що бетонна суміш із низьким водоцементним співвідношенням у формі піддається вібрації під тиском. У результаті виходять вироби високої щільності і міцності. Метод **вібролиття** використовується ширше при виготовленні облицювального штучного каменю: керамзито-цементна суміш заливається в спеціальні форми, що повторюють відтиски фактури натуральних каменів, і піддається вібрації для витиснення бульбашок повітря та компактного розподілу компонентів. Застигаючи, суміш перетворюється на плитки товщиною до 10–12 см. Одна сторона плитки – рельєфна, що повторює фактуру поверхні природного каменю, а друга – робоча, гладка.

Полімербетон – це камінь із мінерального наповнювача і зв'язуючого компонента – поліефірної смоли; це затверділа високонаповнена поліефірна смола (приблизно 20 % смоли, 80 % інертного мінерального наповнювача + фарбники-пігменти). Як мінеральний наповнювач звичайно використовується кварцовий пісок або мармурова крихта, рідше – шматки вапняку, мармуру, граніту. Застосовуючи різні пігменти, можна отримати полімербетон “чистих” тонів або імітувати різні природні камені: малахіт, змійовик, діабаз, лазурит, корал, мармур, граніт, доломіт, сланці та ін. Найбільш популярні блідо-рожеві забарвлення під мармур і темно-зелені – під малахіт.

Полімербетони на основі мармуру володіють високою міцністю на згин і стиск (в 2 рази перевищує за міцністю мармур), мають низьку гігроскопічність і підвищену морозостійкість, але стійкість до стирання і дії ультрафіолету у них нижче, ніж у натурального каменю, крім того, вони зовсім не стійкі до кислот. Полімербетони на основі кварцитів, крім високої морозостійкості, характеризуються підвищеною стійкістю до стирання, а за твердістю вони співставні з керамогранітом. Полімербетони використовуються для виробництва слябів і готових виробів, наприклад, ванн, раковин і стільниць, іноді – облицювальної плитки. Але таку плитку не рекомендується застосовувати для облаштування теплої підлоги, оскільки головний зв'язуючий компонент цих матеріалів – поліефірна смола – при нагріванні може викликати деформацію плит.

Керамограніт (італ. gres porcellanato) роблять із суміші високоякісного білого цементу (т.з. портландцемент), кварцового піску, натуральних наповнювачів (звичайно керамзит), що надають матеріалу легкість, натуральних фарбників-пігментів і різноманітних пластифікаторів. Крім цементу, як основа можуть використовуватись акрилові і карбомідні смоли, полімерні компоненти, що поліпшують експлуатаційні якості матеріалу. Суміш пресують під дуже високим тиском ($400\text{--}500\text{ кг/см}^2$), потім підсушують і обпалюють при високих температурах – $1200\text{--}1300\text{ }^\circ\text{C}$ (найвищих, які тільки застосовуються в керамічній промисловості). Сировина при цьому спікається, утворюючи камінь. Якщо розглянути властивості керамограніту, особливо міцність, то вони набагато ближчі до природного каменю, а не до кераміки. В результаті виходить надзвичайно міцний непористий матеріал з малюнком на всю глибину – **гомогенний керамограніт** [6] (“повністю зафарбований”), пігментації піддається вся маса плитки на стадії підготовки, і малюнок залишається незмінним як на поверхні, так і в глибині, а стирання верхнього шару не призводить до порушення малюнка. У **керамограніту часткового забарвлення** присутні звичайно 2 шари: шар, що пігментується, товщиною декілька міліметрів (забарвлюється дорогими пігментами) та шар підкладки (стандартне забарвлення дешевими пігментами). Технологічно це вирішується або за допомогою двократного пресування (спочатку підкладка, а поверх неї – шар, що пігментується), або за допомогою часткового просочення пігментами верхнього шару сировинної маси, що подається в прес-форми. **Глазурований керамограніт** зовні практично не відрізняється від звичайної плитки, але його експлуатаційні характеристики (підвищена морозо- та зносостійкість) набагато вищі.

Найбільш простим і економічним є забарвлення “сіль-перець”, яке називається так через зовнішню схожість із зазначеною сумішшю. Більш дорогими є керамограніти забарвлення “моноколір”, оскільки для фарбування плитки цього типу використовують пігменти, що містять солі рідкоземельних металів (від кобальту до хрому і цирконію), вони є недешевими, але володіють чудовою стабільністю, і навіть під прямими сонячними променями не вицвітають. Керамограніт з імітацією малюнка природного каменю – це найбільш дорогий вид штучного каменю, оскільки в даному різновиді використовують, як правило, відразу декілька пігментів з складним процесом їх змішування (потрібно отримати матеріал із грою кольору за умови збереження однорідності структури). Імітація можлива під будь-який натуральний камінь – від граніту до мармуру і навіть онікса або яшми.

Формування забарвлення штучних декоративних поверхонь

При наданні забарвлення штучному каменю рекомендується використовувати такі правила [7]:

- точний контроль концентрації пігменту, дозування пігменту за вагою;
- контроль сумісності пігменту з іншими компонентами композиції по рН;
- використання як носіїв кольору лише лугостійких і світлостійких пігментів.
- контроль технологічних параметрів – дотримання однакового часу перемішування для забезпечення повної гомогенізації (однорідності) робочої суміші;
- контроль кольору сировинних компонентів (портландцементу, піску, а також різних добавок, що використовуються разом із пігментами);
- використання білого портландцементу при фарбуванні виробів у світлі кольори або сірого портландцементу з попереднім розбілюванням білим портландцементом, гашеним вапном, білими наповнювачами (не більше 10 %) і білим пігментом (діоксид титану).

Об'ємне забарвлення штучного каменю здійснюється шляхом введення пігментів в цементно-мінеральну суміш. Пігменти можуть бути введені у воду перед замішуванням бетону або безпосередньо в змішувач на стадії замісу у вже підготовлену бетонну суміш з добавками.

Для отримання різних кольорів і ефектів на поверхні використовуються такі технології **поверхневого забарвлення** штучного облицювального каменю [9]:

- повне однотонне фарбування маси розчину в бетонозмішувачі (продукція має рівномірно однаковий колір з усіх боків і зсередини);
- не перемішане фарбування розчину (декілька бетонних сумішей різного кольору – звичайно 2–3 – поміщаються в еластичну форму для лиття і заливки виробу, в різні її частини, і злегка перемішуються для створення ефекту взаємного проникнення, але не повного перемішування, – як прожилки мармуру);
- фарбування поверхні виробів у момент заливання (нанесення сухих або рідких пігментів на робочу поверхню еластичних форм перед її завантаженням основною масою розчину);
- фарбування поверхні виробів одразу після їх виймання з форм для лиття (може відбуватися у декілька етапів декількома фарбниками по черзі, дозволяє досягнути найцікавіших ефектів (наприклад, штучного старіння і змішаних кольорів), переважно при виробництві дешевого цокольного каменю);
- комбінації перерахованих способів, наприклад, розчин забарвлюється, на форми для лиття додатково наносяться плями пігменту інших кольорів, далі виймання виробу він додатково обробляється фарбниками третього типу пензликом, а потім під кутом з пульверизатора в деякі місця наносяться бризки ще одного барвника.

Фарбувальні пігменти для виробництва штучного облицювального каменю продаються у вигляді дрібнодисперсних порошків. Існують декілька способів їх нанесення на робочу поверхню гнучких еластичних форм для лиття, що залежать переважно від фактури поверхні майбутніх виробів. Спочатку пігменти змішують у певних пропорціях, отриману порошкоподібну масу розводять водою і наносять на робочу поверхню гнучких еластичних форм трьома способами:

1. **Розсипання.** Просто посипають частини еластичних форм для лиття порошкоподібним пігментом у певних місцях.

2. **Напилювання.** Через пульверизатор наносять розведений до певної густини фарбувальний пігмент на поверхню еластичної форми для лиття.

3. **Профарбовування пензлем.** Частину пігментів розводять водою, доводячи густину і отримуючи такі пасти – промазки: дуже рідко, рідко, рідко-середньо, середньо, середньо-густо, густо, дуже густо.

На забарвлення робочої поверхні гнучких еластичних форм для лиття при виробництві штучного облицювального каменю слід враховувати ще й інтенсивність фарбування (дуже мало, мало, мало-середньо, середньо, середньо-багато, багато, дуже багато). Чим менше забарвлюється робоча поверхня форм, тим більше крізь поверхневе забарвлення проступає базовий колір, який отримують об'ємним фарбуванням маси бетону в бетономішалці.

При формуванні декоративних поверхонь слід пам'ятати, що деякі види забарвлення придатні тільки для певних видів штучного облицювального каменю і не підходять для інших. Це пов'язано з рельєфом і фактурою декоративного каменю, щоб він зміг вільно утримувати на своїй поверхні фарбники, нанесені різними способами, і при цьому не виникало дефектів забарвлення, таких як “змазування”, розмивання, перефарбовування.

Натуральний камінь завжди забарвлений дуже нерівномірно – в одному місці колір більш яскравий, в іншому – ніби затертий. На його поверхні також зустрічаються плями, смуги та точки інших кольорів і відтінків – це місця, що піддалися вивітрюванню, окисленню, хімічній видозміні під дією гідротермальних вод та інших агентів, або просто включення різних мінералів і уламків інших гірських порід.

Подібні ефекти на штучному облицювальному камені створюються шляхом нанесення **декоративних масок** – забарвлення робочої поверхні гнучких еластичних форм для лиття. Використання декоративних масок дозволяє досягнути практично абсолютної неповторності кожного з каменів. Ця операція проводиться безпосередньо перед заливанням бетонної суміші в форму для лиття.

Фарбувальний пігмент, що наноситься, повинен розподілитися по поверхні м'якої частини еластичної форми певним чином і міцно закріпитися на цій поверхні, щоб частинки фарбувального пігменту не були зміщені з своїх місць вилитою цементною масою, перемішані між собою і "розмазані" формою. Для закріплення фарбників на поверхні форм використовують спеціальні розділяючі мастила, що наносяться на форму перед її забарвленням.

Неорганічні та органічні пігменти

Пігменти – це кольорові тонкокомолоті мінеральні або органічні речовини, нерозчинні або малорозчинні у воді й органічних розчинниках, що утворюють із ними тільки механічну суміш (суспензію), що не піддається розшаруванню. Для одержання рівномірної за кольором поверхні пігменти повинні бути подрібнені в тонкий порошок із розміром часток 0,01...0,035 мм, також це сприяє виникненню сил поверхневого натягу на контакті пігменту з рідкою в'язкою речовиною, від якої залежить міцність зчеплення часток фарби зі сполучними матеріалами.

До основних технологічних властивостей пігментів належать такі.

Покриваємість – вагова витрата пігменту на одиницю поверхні (г/м^2). Практично, чим менший за покриваємістю пігмент, тим менше його буде потрібно для отримання кольорової сухої будівельної суміші й бетону із заданою інтенсивністю кольору. Покриваємість визначає економічну ефективність використання того або іншого пігменту. На практиці краще використовувати якісний дорожчий пігмент, але в меншій кількості, чим дешевий пігмент з великою витратою на вагову частину цементу. Найкраща покриваємість досягається при використанні частинок пігменту розміром 0,2–10 мкм.

Інтенсивність (або **фарбувальна здатність**) пігменту визначається його здатністю передавати при змішуванні своє забарвлення іншим речовинам з тією або іншою насиченістю тону. Насиченість тону впливає на результуюче забарвлення сухої суміші, а, отже, і бетону, а також визначає економічність виробництва декоративної продукції. Інтенсивність пігменту виражається у відсотках по відношенню до еталона (інтенсивність якого приймається за 100%), узгодженого із замовником, і визначається візуальним порівнянням кольору еталонного і випробовуваного зразка пігменту при розбілюванні з білим пігментом. Зі збільшенням дисперсності (тонкості помолу) пігменту його інтенсивність (фарбувальна здатність) збільшується.

Світлостійкість – стійкість пігменту до фотохімічного руйнування. Практично всі пігменти під дією сонячного світла знебарвлюються (вицвітають) тією або іншою мірою. Це особливо характерний для органічних пігментів, здатних переходити в безбарвну лейкофазу за рахунок фотохімічних реакцій окислення–відновлення.

Термостійкість – властивість пігменту зберігати свій колір у певному інтервалі температур, що встановлюється для кожного пігменту індивідуально.

Міграційна стійкість пігменту характеризує його здатність виділятися на поверхню виробу з його внутрішніх шарів. Процес десорбції пігменту йде мимоволі, оскільки пігмент хімічно не пов'язаний із продуктами гідратації портландцементу. Цей процес може йти аж до повного видалення пігменту з матеріалу, внаслідок чого він повністю втрачає свої декоративні властивості.

Залежно від походження, пігменти класифікуються на мінеральні і органічні, а за способом отримання – на природні і штучні (табл. 1).

Таблиця 1

Класифікація пігментів за походженням

Мінеральний пігмент		Органічний пігмент	Металевий порошок
природний	штучний		
Крейда	Білила цинкові,	Пігмент жовтий	Пудра алюмінієва
Вапно	титанові, свинцеві	Пігмент яскраво-червоний	Пил цинковий
Каолін	Літопон сухий	Пігмент червоний	Бронза золотиста
Вохра	Крон цинковий	Пігмент блакитної	
Мумія	Умбра палена	Кіновар штучний	
Умбра	Сажа малярна		
Сурик залізний	Зелень цинкова		
Перекис марганцю	Оксид хрому		
Графіт	Ультрамарин		

При отриманні декоративних сухих будівельних сумішей і кольорових бетонів основний об'єм споживання складають неорганічні пігменти. Штучний камінь можна зафарбувати також і шляхом змішування органічних пігментів. Змішуючи пігменти між собою, можна отримати рівномірно забарвлену суміш тільки тоді, коли показники щільності пігментів близькі за своїм значенням. Основними кольорами, змішуючи які можна отримати будь-який колір, вважають три – блакитний, пурпурний і жовтий. При змішуванні еталонних кольорів у рівних пропорціях можна отримати чорний колір. Система кольороподілу СМУК використовує чотири кольори – блакитний (CYAN), червоний

(MAGENTA), жовтий (YELLOW) і чорний (BLACK). Варіювання кольорів за рахунок застосування різних класів органічних і неорганічних пігментів шляхом їх змішування дає виробникові широкі можливості. При цьому пігменти повинні складатися з основної речовини і не повинні містити такі домішки, як свинець або цинк, що можуть впливати на час схоплювання і наростання міцності цементу. Неорганічні кольорові залізооксидні пігменти не є кольороутворюючими і не дозволяють отримати інші кольори і відтінки по СМΥК шляхом змішування.

У будівельній індустрії майже всі неорганічні пігменти, що використовуються, є з'єднаннями заліза [8]. Такі неорганічні пігменти забарвлені: за наявності в них катіона Fe^{2+} (дуже слабого хромофора) – в світлий зеленувато-жовтий колір, а за наявності катіона Fe^{3+} (сильного хромофора) – в буро-червоний або жовто-бурий колір. Одночасна присутність іонів Fe^{2+} і Fe^{3+} викликає синьо-чорне забарвлення. Це є причиною існування цілого класу неорганічних фарбувальних речовин – залізооксидних пігментів, що мають широку колірну гамму, володіють високою покривністю (ваговою витратою пігменту на одиницю поверхні) та фарбувальною здатністю, вони стійкі до дії світла, солей, слабких кислот і лугів. Завдяки цим властивостям, залізооксидні пігменти забезпечують стійке фарбування продуктів гідратації портландцементу. Для отримання сухої суміші заданого еталона кольору залізооксидні пігменти вводять у кількості 3–15 % від ваги цементу. Пігмент забарвлює тільки цементну зв'язку, а не наповнювач і заповнювач, тому при однаковій кількості пігменту суха суміш з високим вмістом цементу буде мати більшу інтенсивність забарвлення, ніж суха суміш з низьким вмістом цементу.

Між хімічним складом і кольором залізооксидних пігментів існує певна залежність, а саме:

- зелений – механічна суміш, що складається з 90 % жовтого залізооксидного пігменту і 10 % блакитного фталоціанінового пігменту;
- жовті пігменти є гідратами оксиду тривалентного заліза $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ (вохра суха або сієна натуральна);
- коричневі – сумішшю жовтих і червоних пігментів (сієна палена, умбра);
- червоні – оксидами тривалентного заліза Fe_2O_3 (палена вохра або сієна палена, мумія природна або штучний залізний сурик);
- чорні – феритами заліза Fe_3O_4 ($FeO \cdot Fe_2O_3$), сумішшю оксидів заліза Fe_3O_4 і марганцю MnO_2 .

Залежно від призначення й показників фізико-хімічних властивостей сухої вохри випускають від жовтого до ясно-коричневого кольору. При нагріванні до температури 150...250 °C вохра змінює свій колір, стаючи жовтувато-червоною; при підвищенні температури до 600...700 °C вона набуває червоного кольору. Таку вохру називають паленою. У сієні при прожарюванні сірувато-жовтий колір переходить у червоно-коричневий; така сієна також називається паленою. У розчини вводять 10...12 % вохри й сієни від маси в'язучого матеріалу.

Природна суха мумія складається із глини, пофарбованої окислами заліза в цегляно-червоний колір. Одержують її прожарюванням і здрібнюванням руд, що містять 20...70 % окису заліза Fe_2O_3 . У розчин звичайно додають 10...12 % мумії від маси в'язучого матеріалу.

Залізний сурик – природний неорганічний пігмент червоно-коричневого кольору, що складається з окису заліза з домішками глинистих мінералів і кварцу. Сурик-редоксайд дає забарвлення темно-червоного кольору. Різновид сурику – капутомортуум – є подрібненими піритними огарками, відходами сіркокислотного виробництва. Він дає стійке й інтенсивне фарбування червоного кольору з фіолетово-коричневим відтінком. У розчини рекомендується додавати штучного сурику не більше 4...6 % від маси в'язучого матеріалу.

Умбра коричнева – стійка земляна фарба типу вохри, складається із глини, зафарбованої оксидами заліза Fe_2O_3 і марганцю Mn_2O_3 . Розрізняють сирі, світлу й палену умбру коричневого кольору. Сира умбра надає розчинам світло-коричневий колір із зеленуватим відтінком, а палена – темно-коричневий із червонуватим відтінком. Останню одержують прожарюванням сирі умбри. Рекомендується її додавати в розмірі 10...12 % від маси в'язучого матеріалу.

Крім залізооксидних найчастіше використовуються такі пігменти:

- білі – титанові білила (діоксид титану TiO_2), карбонатні гірські породи (природна крейда, мармур, вапняк) та вапно;
- зелені – оксид хрому Cr_2O_3 ;
- сині – ультрамарин синій сухий, кобальт синій;
- червоні – червоний крон, що складається з хромистих з'єднань цинку із солями сірчаної кислоти;
- чорні – двоокис марганцю MnO_2 (піролюзит), графіт, палена кістка та сажа.

Вапно, що застосовується в кольорових розчинах, використовується не тільки як розбілювач, але й підвищує пластичність розчину, сповільнює схоплювання цементів і гіпсу. У кольорових вапняно-піщаних розчинах вапно – основний в'язучий матеріал. Природна крейда – осадова гірська порода білого кольору, переважно вуглекислий кальцій $CaCO_3$. Мармурове й вапнякове борошно – це тонкий порошок, результат помолу шматів мармуру, доломіту та вапняку.

Ультрамарин синій сухий – це алюмосилікат натрію, що містить сірку; його отримують випалюванням шихти, що складається із суміші каоліну, соди, сірки й вугілля. Ультрамарин – пігмент із низькою кислотостійкістю. Будівельним розчинам додають ультрамарин для кольору, близького до блакитного. У розчині його додають 6...8 % від маси в'язучого матеріалу. Ультрамарин здатний вступати в хімічну взаємодію з вапном, що призводить до посвітління первісного кольору.

Двоокис марганцю (піролюзит) іноді називають марганцева чорна, це природна марганцева руда, що має слабку кислотостійкість й невисоку фарбуючу здатність. Двоокис марганцю в сухому вигляді додають не більше 10...12 % від маси в'язучого матеріалу.

Графіт – природний мінерал сірувато-чорного кольору з металевим блиском. Він складається в основному з аморфного вуглецю. Відрізняється високою луго- й кислотостійкістю, а також гарною світлостійкістю. Фарбуюча здатність – середня, його додають в розчині для темно-сірого кольору. Графіт звичайно додають 4...5 % від маси в'язучого матеріалу.

Палена кістка (чернь) – продукт випалу знежирених кісток без доступу повітря. Пігмент із високою луго- й кислотостійкістю, а також світлостійкістю. Має дуже гарну фарбуючу здатність. Додають його 3...4 % до маси в'язучого матеріалу.

Сажа – це дрібні вугільні частки з більшим вмістом вуглецю, продукт неповного згоряння різних речовин. Деревна сажа, що отримується при спалюванні смолистих сортів деревини, найбільш дешева. Крім деревної, застосовують лампову сажу (лампову кіптяву), що одержують, спалюючи парафінові масла в спеціальних лампах. Це високоякісний чорний пігмент. Всі види сажі світлостійкі й лугостійкі.

Для зміни (зменшення) інтенсивності, насиченості і покриваючої здатності пігменту, і як результат, зменшення його фарбувальної здатності, використовують забілювання пігменту – його затирання білою пастою з діоксиду титану TiO_2 в певних співвідношеннях.

Висновки. Відмінності у кольорі плиток однієї і тієї ж породи є характерною особливістю природного матеріалу, яким є природний камінь. Оскільки забарвлення і візуальне сприйняття каменю залежать від його мінералогічного та хімічного складу, то їх коливання може призвести до значних змін забарвлення в межах не тільки одного родовища, а навіть у межах однієї ділянки.

Знання факторів (як природних, так і штучних), що формують забарвлення породи, також потрібне при виготовленні штучних декоративних каменів та для надання природним відмінам більш привабливого вигляду. При цьому колір природного каменю можна радикально змінити.

Зовнішній вигляд поверхні облицювального каменю має важливе значення при його застосуванні для оздоблення різноманітних споруд та визначає його якість як промислового виробу. Однак природне забарвлення облицювальних порід не завжди є досконалим.

Фактор декоративності та якості природного каменю стає ключовим для просування на міжнародний ринок, зміцнення становища та утримання на ньому власної частки. Так як товарна група природного каменю представлена на нашому ринку в широкому асортименті, тому у споживача завжди є можливість вибрати відповідний матеріал за категорією *ціна/якість*.

Природний камінь має обмежену колірну гамму, що істотно звужує можливість оригінальних колірних і дизайнерських рішень. На відміну від нього, штучний камінь може мати будь-які кольори і відтінки. Зокрема, найрідкісніші або навіть такі, що зовсім не зустрічаються в природі. При цьому штучний камінь, на відміну від природного, ніколи не має радіоактивного фону.

Об'ємне забарвлення штучного каменю здійснюється шляхом введення пігментів у цементно-мінеральну суміш. Способи їх нанесення на робочу поверхню гнучких еластичних форм для лиття залежать переважно від фактури поверхні майбутніх виробів та від ефекту, який бажають досягнути.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Саранчина Г.М. Петрография магматических и метаморфических пород / Г.М. Саранчина, Н.Ф. Шинкарев. – 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. – 304 с.
3. Добыча и обработка природного камня : справочник / под ред. А.Г. Смирнова. – М. : Недра, 1990. – 445 с.
4. Личак И.Л. Петрология Коростенского плутона / И.Л. Личак. – К. : Наукова думка, 1983. – 248 с.
5. Бакка М.Т. Управление декоративностью облицовочных виробів при комплексном використанні природного каменю / М.Т. Бакка, С.А. Мержеєвська // Вісник ЖІТІ. – 1998. – № 7. – С. 285–286.
6. Варианты классификации керамического гранита. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.know-house.ru/avtor/ceho6.html>.
7. Кузьмина В.П. Органические пигменты для строительной индустрии. Свойства. Области применения / В.П. Кузьмина. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://library.stroit.ru/articles/pigment/index.htm>.

8. Кузьмина В.П. Неорганические пигменты для сухих строительных смесей и декоративных бетонов. Свойства. Эффективность применения / В.П. Кузьмина. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://library.stroit.ru/articles/npigment/index.html>.
9. Технология поверхностной окраски искусственного облицовочного камня. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.hobiz.ru/lib/kamen/tehnology2>.
10. Криворучко А.О. Формування забарвлення декоративного каменю. Частина 1. Природне забарвлення каменів / А.О. Криворучко, С.С. Іськов, Г.М. Ломаков// Вісник ЖДТУ/ Технічні науки. – 2009. – № 2 (49). – С. 122–129.
11. Средства по уходу за камнем (мрамором и гранитом), уход за камнем. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.shid-zahid.net/ilpa>.

ІСЬКОВ Сергій Станіславович – кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

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

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

Наукові інтереси:

- гірництво;
- маркшейдерія.

КОРОБІЙЧУК Валентин Вацлавович – кандидат технічних наук, доцент кафедри геотехнологій ім. проф. М.Т. Бакка Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- гірництво;
- комп'ютерні технології.

ЛОМАКОВ Григорій Миколайович – директор СП “Іскор”.

Наукові інтереси:

- гірництво;
- визначення якості виробів з природного каменю.

Подано 06.01.2011