

С.В. Кальчук, к.т.н., доц.  
О.В. Камських, асист.  
С.О. Чехута, магістрант

Житомирський державний технологічний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АГРЕСИВНОГО НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ЗМІНУ НАСИЧЕНОСТІ КОЛЬОРУ ПОВЕРХНІ ДЕКОРАТИВНОГО КАМЕНЮ

*Проведено дослідження зміни властивостей кольору та світлоти облицювального каменю з часом під дією агресивного середовища. Встановлені залежності, за якими можливо прогнозувати зміну насиченості кольору облицювальної поверхні каменю з часом. Визначено рівень впливу агресивного середовища на властивості кольору для лабрадоритів, габро та гранітів.*

**Актуальність теми.** Вироби з облицювального природного каменю набули широкого застосування в народному господарстві завдяки їх міцності, довговічності, а головне унікальній декоративності (сукупністю художньо-естетичних властивостей каменю). Більша частина продукції з каменю використовується поза межами будівель і споруд, що призводить до постійного контакту поверхні виробу з агресивними чинниками навколишнього середовища. Це призводить до поступового погіршення експлуатаційних і декоративних властивостей каменю внаслідок процесів корозії каменю. Відбувається поступове знебарвлення, потемніння поверхні виробу, поява бурих і зеленуватих плям. З часом перебування облицювальних виробів під впливом природного та техногенного середовища відбувається погіршення декоративних властивостей з незначним погіршенням властивостей міцності.

З кожним роком збільшується забрудненість атмосфери міст агресивними газами, а отже атмосферні опади стають агресивнішими, підвищується температура, що дає розвиток бактеріям, які також впливають на корозію каменю.

**Аналіз досліджень.** Дослідження методики оцінювання декоративності займалися М.Т. Бакка, І.В. Льченко [1]. Дослідники запропонували кваліметричний метод, в якому під декоративністю розуміють деяку сукупність художньо-естетичних властивостей поверхні каменю, розміщених на трьох рівнях ієрархії. При цьому декоративність визначається як сума бальних оцінок (за різними ознаками), згідно з якою встановлюється клас декоративності каменю. Дослідники В.І. Малін [3,] та В.Н. Дам'є-Вульфсон [4] запропонували два способи захисту облицювання від корозії – конструктивний і хімічний. До останнього способу відносяться кремнефторизація і гідрофобізація поверхні виробу. О.М. Вікторов, Л.О. Вікторова [2], І.А. Ковельман [5] вивчали причини корозії та руйнування каменю (дію вологи, температури, біологічних факторів, механічне руйнування). Не дивлячись на значний обсяг досліджень в цій галузі, залишається ряд невизначених питань стосовно динаміки зміни властивостей забарвлення поверхні каменю з часом.

**Постановка проблеми.** Вироби та елементи з природного каменю застосовують в спорудах, де терміни експлуатації яких значно перевищують терміни існування будівельних елементів з будь-яких інших природних чи штучних матеріалів. Оцінити рівень пошкодження декоративної поверхні каменю з часом чи спрогнозувати зміну зовнішнього вигляду виробів досить складно. Камінь різних родовищ по-різному піддається дії агресивних середовищ, по-різному з часом втрачає свої декоративні властивості. Тому досить актуальним є визначення залежностей зміни декоративних властивостей каменю з часом під впливом агресивного середовища з позиції оцінки та прогнозування естетичного стану архітектурних конструкцій та елементів.

**Викладення основного матеріалу.** В даній роботі об'єктами дослідження є облицювальні елементи будівель і архітектурних пам'ятників міста Житомира, а саме: будинки, фасади будинків, монументальні споруди, пам'ятники, облицювання паркової зони, магазинів тощо. Предметом дослідження є процес зміни колірної забарвлення декоративного каменю від дії агресивного навколишнього середовища.

Методика дослідження полягає в одержанні в цифровому вигляді об'єкта дослідження цифровим фотоапаратом Kodak EasyShare M853. Отримані цифрові зображення опрацьовувались за допомогою програми "MdiStones" з метою визначення значень кольорів.

Для визначення швидкості зміни кольорового забарвлення поверхні використовується формула:

$$v_k = \frac{K_d - K_n}{F \cdot n}, \quad (1)$$

де  $v$  – швидкість знебарвлення поверхні каменю,  $(\text{м}^2 \text{рік})^{-1}$ ;

$K_d$  – початкове середнє значення кольору поверхні;

$K_n$  – середнє значення кольору поверхні після дії агресивного середовища;

$F$  – поверхня каменю,  $\text{м}^2$ ;

$n$  – тривалість дії агресивного середовища, рік.

$$K_0 - K_n = \Delta_{K2} = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} - \text{середнє значення колірної різниці в системі Lab [6],}$$

де  $\Delta L$ ,  $\Delta a$ ,  $\Delta b$  – середні значення відстані відповідно між значеннями світлоти, червоно-зелених компонент в кольорі та жовто-синіх компонент.

Для визначення швидкості зміни світлоти використовується формула:

$$v_{ce} = \frac{L_0 - L_n}{F \cdot n}, \tag{2}$$

де  $L_0$  – початкове середнє значення світлоти поверхні;

$L_n$  – середнє значення світлоти поверхні після впливу агресивного середовища;

$$L_0 - L_n = \Delta_{ce} = \sqrt{(\Delta L)^2} - \text{середнє значення різниці світлоти в системі Lab.}$$

Для визначення швидкості зміни насиченості кольору використовується формула:

$$v_n = \frac{H_0 - H_n}{F \cdot n}, \tag{3}$$

де  $H_0$  – початкове середнє значення світлоти поверхні;

$H_n$  – середнє значення світлоти поверхні після дії агресивного середовища;

$$H_0 - H_n = \Delta_n = \sqrt{(\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} - \text{середнє значення зміни насиченості кольору в системі Lab.}$$

Розміри поверхні облицювальних елементів, що досліджувалися, однакові і становлять 0,01 м<sup>2</sup>. Такі розміри зйомки поверхні та її обробки обрані з врахуванням можливостей роботи цифрової фотокамери. Основні початкові дані, одержані на гранітах, габро та лабрадоритах, наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Зміна кольорового забарвлення каменю в системі Lab

Гірська порода	Система оцінювання	Початкові дані	Роки					Площа поверхні, м <sup>2</sup>
			5	10	15	20	25	
лабрадорит	$L$	25	23	28	36	42	49	0,01
	$A$	10	5	11	6	10	12	0,01
	$B$	-14	-13	-13	-13	-14	-20	0,01
	$v_k$	-	550	272	196	164	166,8	0,01
	$v_n$	-	550	270	182	140	136,4	0,01
	$v_{ce}$	-	40	30	73,3	85	96	0,01
габро	$L$	46	50	51	51	53	56	0,01
	$A$	10	12	13	15	16	20	0,01
	$B$	-14	-14	-17	-16	-18	-16	0,01
	$v_k$	-	568	315	210	166,5	132,8	0,01
	$v_n$	-	562	311	202,7	163	126,4	0,01
	$v_{ce}$	-	80	50	33,3	35	40	0,01
граніт	$L$	64	64	64	64	63	62	0,01
	$A$	34	32	33	32	31	30	0,01
	$B$	-15	-8	-10	-12	-12	-14	0,01
	$v_k$	-	462	250	180,7	136	117,2	0,01
	$v_n$	-	462	250	180,7	136	103,2	0,01
	$v_{ce}$	-	0	0	0	5	8	0,01

За даними обробки даних по трьох групах порід (граніт, габро, лабрадорит) одержані залежності зміни насиченості кольору з часом (рис. 1, 2, 3). Аналізуючи графіки, можна стверджувати, що по усіх трьох групах порід швидкість зміни насиченості кольору на проміжку 15 років перебування під дією агресивного середовища максимальні. Далі протягом 10 наступних років відбувається поступова стабілізація зміни насиченості, пов'язана з частковою втратою кольору від першопочаткового.

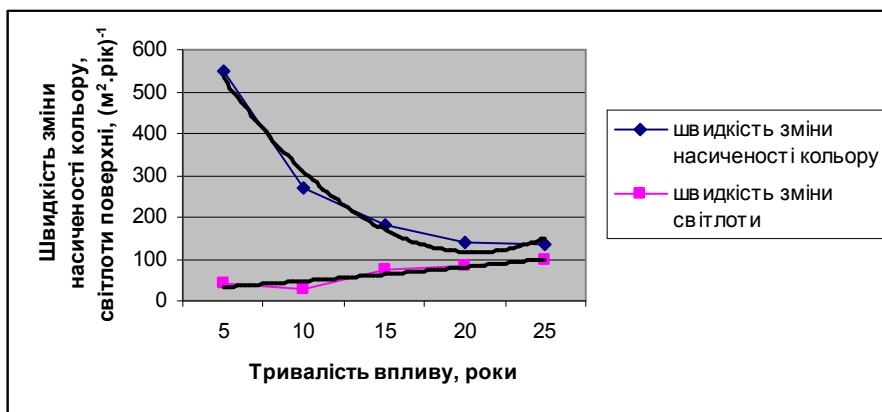


Рис. 1. Залежність швидкості зміни насиченості кольору і зміни світлоти поверхні лабрадориту внаслідок дії агресивного навколишнього середовища від тривалості впливу

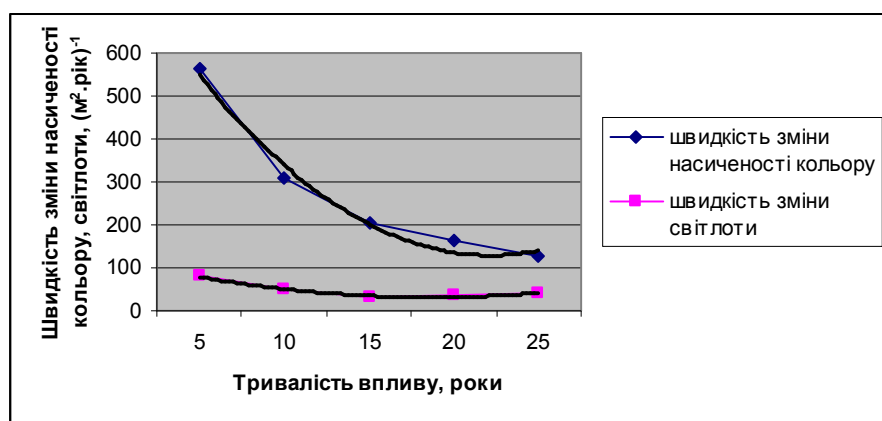


Рис. 2. Залежність швидкості зміни насиченості кольору і зміни світлоти поверхні габро внаслідок дії агресивного навколишнього середовища від тривалості впливу

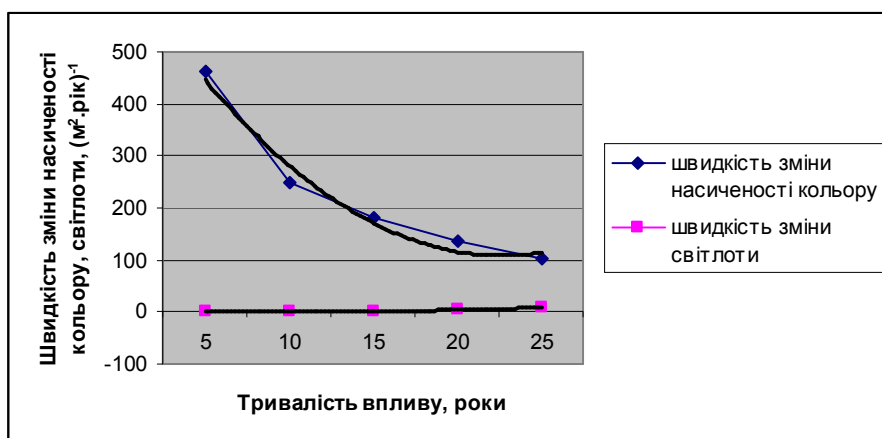


Рис. 3. Залежність швидкості зміни насиченості кольору і зміни світлоти поверхні граніту внаслідок дії агресивного навколишнього середовища від тривалості впливу

Швидкість зміни насиченості кольору можна спрогнозувати, користуючись виразом:

для лабрадориту  $y = 42,771 \cdot x^2 - 352,35 \cdot x + 842,24$  ;

для габро  $y = 35,529 \cdot x^2 - 315,09 \cdot x + 827,48$  ;

для граніту  $y = 27,357 \cdot x^2 - 247,3 \cdot x + 667,36$ .

Деяка інша тенденція зміни швидкості світлоти облицювального каменю спостерігається у темноколірних породах (лабрадорит, габро). Швидкість зміни світлоти у цих породах на початковому

етапі більша у порівнянні з гранітами. Подальша поступова зміна також досить значна, що пов'язано з втратою тону кольору темноколірних мінералів, що складають породу. У гранітів такої зміни майже не спостерігається, оскільки у ньому не така значна кількість темноколірних мінералів, як у габро та лабрадоритів.

Швидкість зміни світлоти можна спрогнозувати, користуючись виразом:

$$\text{для лабрадориту } y = 0,7429 \cdot x^2 + 12,243 \cdot x + 19,96 ;$$

$$\text{для габро } y = 6,3143 \cdot x^2 - 47,386 \cdot x + 120,36 ;$$

$$\text{для граніту } y = 0,7857 \cdot x^2 - 2,6143 \cdot x + 1,8 .$$

Швидкість зміни насиченості кольору збільшилась для лабрадориту в 0,25 раза за 25 років, для габро – в 0,22 раза, для граніту – в 0,22 раза. Швидкість зміни світлоти збільшилась для лабрадориту в 2,4 раза, для габро – в 0,5 раза, для граніту – майже не змінилась.

**Висновки.** Дослідженнями встановлено, що основна зміна насиченості та світлоти облицовальних поверхонь каменю становить приблизно 15 років, що вказує на обов'язковість проведення реставраційних робіт для елементів з каменю, які перебувають в експлуатації більше вказаного терміну. Крім того, встановлено, що найбільша швидкість зміни світлоти каменю притаманна породам, основна частина яких складена з темноколірних мінералів. Такі породи, як лабрадорит та габро, доцільно використовувати в тій частині будівель, де вплив сонячної радіації, вітру та вологи мінімальний. Враховуючи вказані особливості при проектуванні облицювань будівель, можливо досягти максимального естетичного вигляду архітектурних споруд та тривалу його декоративну стійкість.

Швидкість зміни насиченості кольору можна спрогнозувати, користуючись виразом:

$$\text{для лабрадориту } y = 42,771 \cdot x^2 - 352,35 \cdot x + 842,24 ;$$

$$\text{для габро } y = 35,529 \cdot x^2 - 315,09 \cdot x + 827,48 ;$$

$$\text{для граніту } y = 27,357 \cdot x^2 - 247,3 \cdot x + 667,36 .$$

Швидкість зміни світлоти можна спрогнозувати, користуючись виразом:

$$\text{для лабрадориту } y = 0,7429 \cdot x^2 + 12,243 \cdot x + 19,96 ;$$

$$\text{для габро } y = 6,3143 \cdot x^2 - 47,386 \cdot x + 120,36 ;$$

$$\text{для граніту } y = 0,7857 \cdot x^2 - 2,6143 \cdot x + 1,8 .$$

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Бакка Н.Т., Ильченко И.В. Облицовочный камень. Геолого-промышленная и технологическая оценка месторождений: Справочник. – М.: Недра, 1992. – 303 с.
2. Викторова А.М., Викторова Л.А. Природный камень в архитектуре. – М.: Стройиздат, 1983. – 191 с.
3. Малин В.И. Облицовка поверхностей природным камнем: Учебник для средних проф.-техн. училищ. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1981. – 304 с.
4. Малин В.И., Дамье-Вульфсон В.Н. Наружная и внутренняя облицовка зданий природным камнем: Учеб. для ПТУ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1991. – 304 с.
5. Ковельман И.А. Коррозия и разрушение каменных сооружений. – М., 1938. – 112 с.
6. Купкін Є. С. Цифрова обробка зображень – шлях до визначення естетичних показників якості декоративного каменю. Колір // Вісник ЖІТІ. – 2002. – № 4(23). – С. 104–110.

КАЛЬЧУК Сергій Володимирович – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри геотехнологій ім. проф. Бакка М.Т. Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- технологія видобування нерудних корисних копалин;
- технологія обробки облицовальної сировини.

КАМСЬКИХ Олександр Валерійович – асистент кафедри геотехнологій ім. проф. Бакка М.Т. Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- каменедобування та каменеобробка;
- фізичні процеси обробки каменю.

ЧЕХУТА Світлана Олександрівна – магістрант кафедри геотехнологій ім. проф. Бакка М.Т.

Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- гірництво;
- фізичні процеси обробки природного каменю.

Подано 03.02.2009

**Кальчук С.В., Камських О.В., Чехута С.О.** Дослідження впливу агресивного навколишнього середовища на зміну насиченості кольору поверхні декоративного каменю

**Кальчук С.В., Камських А.В., Чехута С.А.** Исследование влияния агрессивной окружающей среды на изменение насыщенности цвета поверхности декоративного камня

**Кальчук С.В., Камських О.В., Чехута С.О.** Research of influencing of aggressive environment on change of saturation of colour of surface of decorative stone

УДК 622.35.097:622.271

**Исследование влияния агрессивной окружающей среды на изменение насыщенности цвета поверхности декоративного камня / С.В. Кальчук, А.В. Камських, С.А. Чехута**

Проведено исследование изменения свойств цвета и светлости облицовочного камня со временем под действием агрессивной среды. Установлены зависимости по которым возможно прогнозировать изменение насыщенности цвета облицовочной поверхности камня со временем. Определен уровень влияния агрессивной среды на свойства цвета для лабрадоритов, габбро и гранитов.

УДК 622.35.097:622.271

**Research of influencing of aggressive environment on change of saturation of colour of surface of decorative stone / С.В. Кальчук, А.В. Камських, С.А. Чехута**

Research of change of properties of colour and lightness of facing stone in course of time under action of aggressive environment is conducted. Dependences by which it is possible to forecast the change of saturation of colour of facing surface of stone in course of time is set. The level of influencing of aggressive environment on properties of colour for labradorites, gabbro and granites is determined.