

## РОЗРОБКА КОРИСНИХ КОПАЛИН

УДК 622.35.097:622.271

О.В. Камських, асист.

Житомирський державний технологічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ КОРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ  
ВИРОБІВ З ЛАБРАДОРИТУ

(Представлено д.т.н., проф. Мельничуком П.П.)

*В статті розроблений новий засіб для підвищення корозійної стійкості виробів з декоративного каменю на основі фенолформальдегідних олігомерів модифікованих полівінілцеталами і проведено дослідження ефективності його використання для виробів з лабрадориту.*

**Актуальність теми.** Декоративний камінь широко використовується для виготовлення різноманітної продукції, більша частина якої призначена для експлуатації 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 декоративного каменю внаслідок інтенсивно протікаючих процесів корозії каменю. Факторами корозії і руйнування матеріалів, на думку багатьох вчених, які займались вивченням цього питання, є складові частини атмосфери і підземних вод, тваринні й рослинні мікроорганізми, а також навантаження і власна вага елементів споруди. Зваживши на те, що інтенсивність забруднення атмосфери сучасних міст агресивними газами з кожним роком зростає, крім того спостерігається підвищення температури ґрунту і атмосфери, що сприяє активному розвитку бактерій, грибів і лишайників, які є енергійними агентами руйнування кам'яних матеріалів, все більшої актуальності набуває збереження унікальних властивостей декоративного каменю за рахунок максимального підвищення його корозійної стійкості.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженням корозійної стійкості декоративного каменю в різний час займались Бакка М.Т. [1], Ільченко І.В. [1], Малин В.І. [2–3], Дамьє-Вульфсон В.І. [2], Вікторов О.М. [4], Вікторова Л.О. [4], Ковельман І.О. [5], Беліков Б.П. [6], Петров В.П. [6], Герасименко О.О. [7]. Слід зазначити, що більшість авторів шукали шляхи підвищення корозійної стійкості вапняків, мармурів і пісковиків як матеріалів, які найбільш інтенсивно руйнуються під дією негативних факторів зовнішнього середовища. Підвищенню корозійної стійкості виробів з високоміцного декоративного каменю у вищеперерахованих літературних джерелах уваги майже не приділяється.

Об'єктом дослідження статті є лабрадорит Головинського родовища, предметом – процес руйнування поверхні декоративного каменю в агресивних середовищах.

**Мета дослідження** – розробка нових ефективних засобів підвищення корозійної стійкості поверхні декоративного каменю.

**Основна частина.** Для підвищення корозійної стійкості гірських порід рекомендується використовувати хімічні препарати, дія яких ґрунтується на наданні поверхні каменю гідрофобних властивостей шляхом її змочування або просочування [5]. Для вапняків і пісковиків рекомендують гідрофобізацію розчинами кремнійорганічних сполук, для мармурів – 5 %-вим диметилдихлорсиланом, дія яких перевірена лабораторними дослідженнями [7]. Крім того, поверхня каменю може оброблятися добавками оксиду свинцю або залістистими сполуками метилсиліканту натрію, а також розчином мочевиноформальдегідної смоли.

На думку більшості авторів, засіб, який використовується для підвищення корозійної стійкості декоративного каменю, повинен відповідати наступним вимогам:

- 1) висока адгезійна здатність до поверхні каменю;
- 2) можливість зміни в широких межах в'язкості композиції без зменшення міцності;
- 3) температура затвердіння не повинна перевищувати 105 °С;
- 4) водостійкість;
- 5) нейтральність до дії агресивних середовищ;
- 6) низька собівартість виготовлення і використання.

Аналіз фізико-механічних властивостей існуючих клейових композицій, які можуть бути використанні для створення засобу для підвищення корозійної стійкості декоративного каменю, показав, що перерахованим вимогам найбільш повно відповідають клеї на основі фенолформальдегідних олігомерів, модифікованих полівінілцеталами. Найбільш широко відомі клеї БФ-2, БФ-4, БФР-2, БФР-4, ВС-10Т, ВС-350. З вказаних марок клею для склеювання неметалічних матеріалів рекомендується використовувати БФ-2 і ВС-350. Оскільки в'язкість ВС-350 у 2 рази більше БФ-2, то як основну

складову для створення засобу для підвищення корозійної стійкості високоміцного декоративного каменю приймаємо клей БФ-2.

З'єднання на клеї БФ-2 характеризуються водостійкістю, стійкі до дії бензину, масла і антифризу, задовільно витримують охолодження до температури рідкого гелію.

Основними компонентами клею є: резольний олігомер, полівінілбутираль, етиловий спирт. Використання як розчинника доступного і нетоксичного етилового спирту дозволяє в широких межах регулювати щільність засобу, яку можна визначити з виразу:

$$\rho = \frac{\rho_k + \alpha \cdot \rho_c}{1 + \alpha}, \quad (1)$$

де  $\rho_k$  – щільність клею, г/см<sup>3</sup>;

$\rho_c$  – щільність спирту, г/см<sup>3</sup>;

$\alpha$  – відношення об'єму спирту до об'єму клею в частках одиниці.

При щільності клею і спирту відповідно 0,865 г/см<sup>3</sup> і 0,819 г/см<sup>3</sup>, змінюючи  $\alpha$  від 0 до 1, можна змінити щільність композиції від 0,865 до 0,842 г/см<sup>3</sup>. Найбільш оптимальною є мінімальна щільність композиції, тому для досліджень використовуємо розчин щільністю 0,842 г/см<sup>3</sup>.

В лабораторних умовах була досліджена ефективність запропонованої композиції. Методика досліджень полягала в наступному: зразки лабрадориту Головинського родовища з наступними геометричними розмірами: довжина – 10 см, ширина – 10 см, товщина – 2 см (5 – покритих розробленим засобом і 5 – без покриття) занурювались на 1440 годин в агресивні середовища, в якості яких виступали розчин сірчаної кислоти і гідроксиду натрію з концентрацією 100 г/л. Перед зануренням в агресивне середовище зразки знежирювались спиртом, а виняті з розчину після випробувань ретельно промивалися дистильованою водою і промокалися м'якою серветкою. Вага зразків визначалась зважуванням на аналітичних вагах з похибкою не більше 0,01 г. Перед зважуванням зразки витримувалися в ексікаторі з силікагелем протягом 24 годин.

Зважування здійснювалось через кожні 10 діб.

Швидкість корозії визначалась із співвідношення:

$$k = \frac{m_0 - m_n}{F \cdot n}, \quad (2)$$

де  $k$  – швидкість корозії, (г/(м<sup>2</sup>·год.);

$m_0$  – вага зразка до випробувань, г;

$m_n$  – вага зразка після випробувань, г;

$F$  – поверхня зразка, м<sup>2</sup>;

$n$  – тривалість випробувань, год.

Результати проведених дослідів наведено відповідно для розчинів сірчаної кислоти і гідроксиду натрію на рис. 1 і рис. 2.

Аналіз отриманих результатів показав, що запропонована композиція дозволяє в двох розглянутих агресивних середовищах зменшити швидкість корозії. Причому дане покриття більш ефективно забезпечує захист поверхні декоративного каменю в кислотному середовищі (швидкість корозії зменшилась на 35–40 %), ніж в лужному (15–20 %).

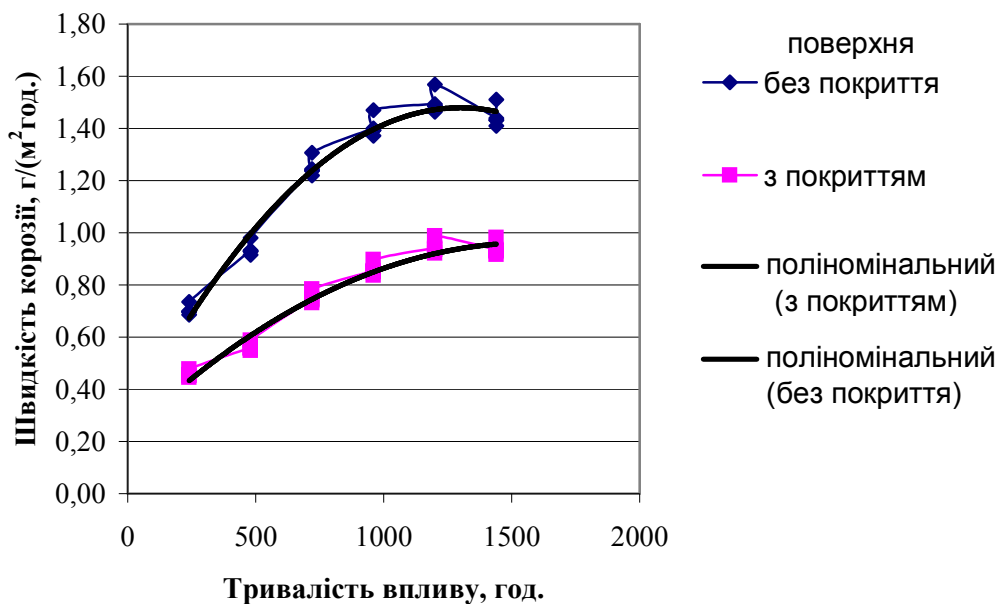


Рис. 1. Залежність швидкості корозії лабрадориту внаслідок дії розчину сірчаної кислоти від тривалості впливу для покритих і непокритих фенолформальдегідною композицією зразків

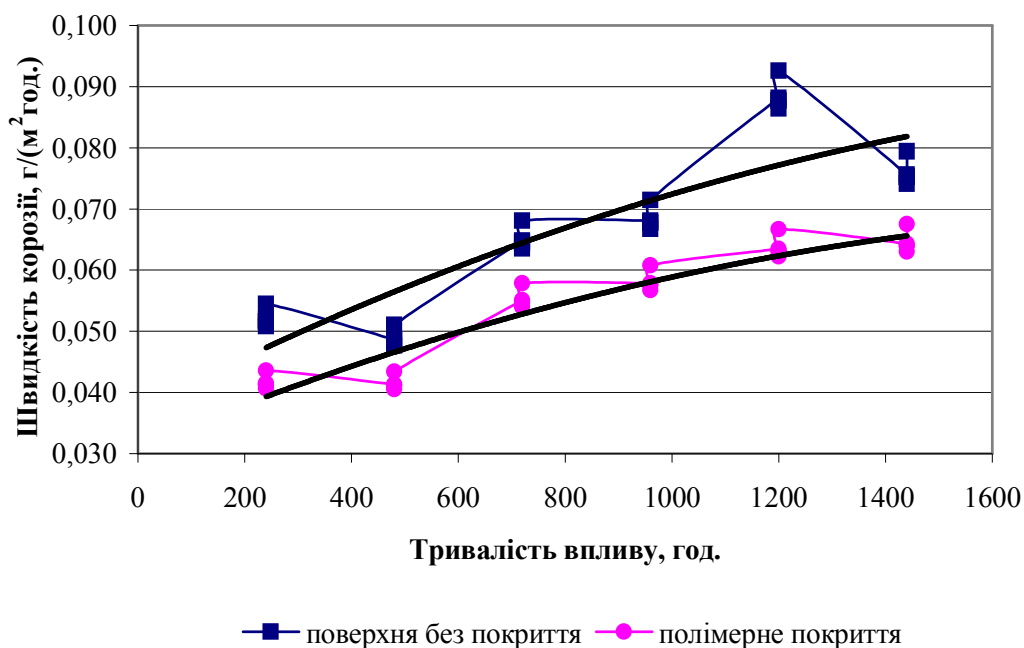


Рис. 2. Залежність швидкості корозії лабрадориту внаслідок дії розчину гідроксиду натрію від тривалості впливу для покритих і непокритих фенолформальдегідною композицією зразків

У ході подальших досліджень математично оцінили зв'язок між швидкістю корозії і тривалістю впливу вибраних розчинів на зразок покриттів композицією на основі аналізу коефіцієнта кореляції, визначили залежність між змінними величинами, а також знайшли параметри та перевірили значущість моделі. Обчислення проводились за допомогою програм Mathcard 8.0 та Microsoft Excel.

Результати проведених досліджень наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

## Основні параметри статистичної обробки результатів експерименту

Агресивне середовище	Коефіцієнт кореляції	Рівняння поліному	Критерій Фішера	Адекватність моделі	Коефіцієнт детермінації
Розчин сірчаної кислоти (концентрація 100 г/л)	0,96	$y = -3 \cdot 10^{-7} \cdot x^2 + 0,0009 \cdot x + 0,226$	$F_{кр} = 4,0068$ $F = 0,2920$	адекватна	0,97
Розчин гідроксиду натрію (концентрація 100 г/л)	0,94	$y = -9 \cdot 10^{-9} \cdot x^2 + 4 \cdot 10^{-5} \cdot x + 0,0311$	$F_{кр} = 1,86$ $F = 1,60$	адекватна	0,91

Отже в результаті проведених досліджень можна зробити наступні **висновки**:

1. Як основну складову для створення засобу для підвищення корозійної стійкості високоміцного декоративного каменю найбільш доцільно використовувати клей БФ-2 на основі фенолформальдегідних олігомерів модифікованих полівінілцеталами.

2. Запропонований засіб більш ефективно забезпечує захист поверхні декоративного каменю в кислотному середовищі (швидкість корозії зменшилась на 35–40 %), ніж в лужному (15–20 %).

3. Швидкість корозії на поверхнях декоративного каменю, які були оброблені створеним розчином, значно нижча, ніж без обробки. Для лабрадориту Головинського родовища математична модель процесу корозії має вигляд:

– для розчину сірчаної кислоти:

$$y = -3 \cdot 10^{-7} \cdot x^2 + 0,0009 \cdot x + 0,226 ;$$

– для розчину гідроксиду натрію:

$$y = -9 \cdot 10^{-9} \cdot x^2 + 4 \cdot 10^{-5} \cdot x + 0,0311 .$$

**ЛІТЕРАТУРА:**

1. Бакка Н.Т., Ильченко И.В. Облицовочный камень. Геолого-промышленная и технологическая оценка месторождений. – Москва: Недра, 1992. – 303 с.
2. Малин В.И., Дамьё-Вульфсон В.И. Наружная и внутренняя облицовка зданий природным камнем: Учеб. для ПТУ. – М.: Высш. Школа, 1981. – 304 с.
3. Малин В.И. Облицовка поверхностей природным камнем: Ученик для сред. проф.-тех. уч-щ. – М.: Высш. школа, 1981. – 304 с.
4. Викторова А.М., Викторова Л.А. Природный камень в архитектуре. – М.: Стройиздат, 1983. – 189 с.
5. Ковельман И.А. Коррозия и разрушение каменных сооружений. – М., 1938. – 112 с.
6. Беликов Б.П., Петров В.П. Облицовочный камень и его оценка. – М.: Наука, 1977. – 138 с.
7. Защита от коррозии, старения и биоповреждений машин, оборудования и сооружений: Справочник: В 2 т.; Т. № 2 / Под ред. О.О. Герасименко – М.: Машиностроение, 1987. – 784 с.

КАМСЬКИХ Олександр Валерійович – асистент кафедри геотехнологій і промислової екології Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

– каменедобування і каменеобробка.

Подано 13.06.2007