

ЗАСТОСУВАННЯ РОЗЧИНІВ ПЕРОКСИДУ ВОДНЮ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПОВЕРХНІ ПАМ'ЯТОК АРХІТЕКТУРИ З КАМЕНЮ

Національний університет "Львівська політехніка"

^{1,2,3} кафедра архітектури і реставрації

² Olena.O.Stasiuk@lpnu.ua;

³ Mariana.v.kaplinska@lpnu.ua

³ ORCID: 0000-0001-8270-7349

© Волошинець В. А., Стасюк О. С., Каплінська М. В., 2019

<https://doi.org/10.23939/sa2019.1s.128>

Вивчено застосування розчинів пероксиду водню різної концентрації, а саме 1 %, 17 %, 35 % для очищення поверхні кам'яного вазону з фронтона головного входу костелу Св. Миколаю в с. Вижняни Золочівського району Львівської області. Визначення концентрації розчину пероксиду водню здійснювали перманганатометричним титруванням у кислому середовищі. Розчини пероксиду водню концентрації 17 % та 35 % розбавляли під час титрування до концентрації 0,3 моль/л. Під час оброблення розчин пероксиду водню різної концентрації наносили на поверхню кам'яного вазону. При цьому відбувався розклад пероксиду водню з виділенням молекулярного кисню та води, що зумовлювало розпушування забруднень. Після оброблення щітками забруднення видалялися з поверхні вазону. Оброблення поверхні здійснювали декілька разів. Установлено, що найефективнішим для очищення є розчин пероксиду водню концентрацією 35 %, який забезпечував повне видалення забруднень з поверхні каменю. За літературними даними та проведеними експериментами, найімовірнішим каталізатором розкладу пероксиду водню на поверхні каменю є фермент каталаза, що міститься в мікроорганізмах, присутніх на органічних забрудненнях. Також ініціювати розклад пероксиду водню можуть солі металів змінної валентності, наприклад, іони заліза, які можуть бути присутні на поверхні пам'яток архітектури, виготовлених з каменю. Застосування розчинів пероксиду водню забезпечувало також антисептичне оброблення поверхні.

Ключові слова: пероксид водню, каталаза, поверхня каменю.

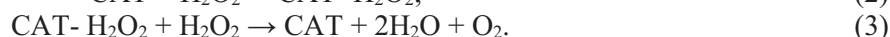
Постановка проблеми

Пероксид водню є відомою речовиною, яку застосовують як біоцид, антисептик, відбілювач та як окисник (Onu, Iyup & Idris, 2015; Безуглий, ред., 2008, с. 121), а 30–35 % (мас.) водний розчин називають пергідролем (Білодіда., К., ред., 1975).

Забруднення, що містяться на поверхні пам'яток архітектури, виготовлених із каменю, зазвичай, містять мікроскопічні живі організми (Никитин і Мельникова, 1990). Під час оброблення водним розчином пероксиду водню поверхні пам'яток архітектури з каменю, можлива його взаємодія з мікроорганізмами, при цьому каталаза, фермент що входить до їхнього складу, прискорює перебіг реакції



механізм якої можна подати такою схемою (Полторак і Чухрай, 1971):



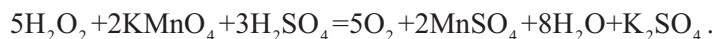
Каталаза є ферментом класу оксидоредуктаз, виявленим у всіх еукаріотичних організмах, вона локалізована в пероксисомах і цитозолі і є білковим продуктом, що містить атоми заліза зі ступенем окиснення +3 (Фирсов, 2006).

Каталаза широко розповсюджена в різноманітних мікроорганізмах. За нормальних фізіологічних умов вона регулює вміст пероксиду водню в організмі, запобігає його токсичній дії, відіграє важливу роль у процесі старіння.

Ініціювати розклад пероксиду водню за реакцією (1) також можуть іони металів змінної валентності, що присутні на поверхні пам'яток архітектури, наприклад іони заліза (Волошинець та Герасимчук, 2016).

Для очищення поверхні використовували водні розчини пероксиду водню різної концентрації – 1, 17, 35 % яку визначали перманганатометричним титруванням у кислому середовищі (Зыкова и Исаков, 2016). Для цього розчини 17 та 35 % розбавляли до концентрації 0,3 моль/л.

У основі визначення концентрації пероксиду водню лежить хімічна реакція



Концентрацію пероксиду водню розраховували за рівнянням

$$C_{\text{M}(\text{H}_2\text{O}_2)} = \frac{0,001707 \cdot V}{34 \cdot 0,005} \text{ моль / л б}$$

де V – об'єм 0,1 н розчину перманганату калію, що витрачається на титрування:

0,001707 – маса пероксиду водню, що відповідає 1,00 см³ розчину перманганату калію точно з (1/5 KMnO₄) = 0,1 моль/дм³, г;

34 – молярна маса пероксиду водню, г/моль;

5 – об'єм проби розчину пероксиду водню використаного для титрування, см³;

ρ – густина розчину пероксиду водню.

Мета роботи

Вивчити застосування розчинів пероксиду водню різної концентрації для очищення поверхні кам'яного вазону з вапняку.

Основний виклад матеріалу

Для очищення використовували кам'яний вазон (з вапняку), який був розміщений обабіч фронтона головного входу костелу Св. Миколаю в с. Вижняни Золочівського району Львівської області, що виготовлений з вапняку, а під час очищення знаходився на кафедрі АРТ. Кам'яний вазон до очищення на поверхні містив забруднення чорного кольору (рис. 1), які ефективно не видалялися звичними способами.

На основі літературних даних та наявності забрудненого кам'яного вазону на кафедрі АРТ (рис. 1) було вирішено використати для його очищення розчин пероксиду водню. Для цього розчини різної концентрації наносили на поверхню забрудненого вазону (рис. 2) та залишали до повного висихання поверхні.



Рис. 1. Кам'яний вазон до очищення

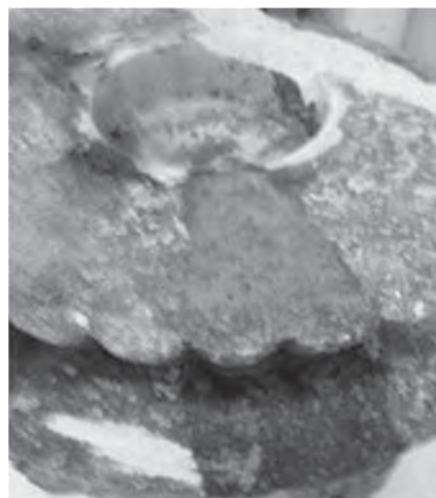


Рис. 2. Нанесений розчин пероксиду водню на поверхню кам'яного вазону

При цьому відбувався розклад пероксиду водню, що супроводжувався розпушуванням забруднень та видаленням молекулярного кисню та води. Після висихання поверхню обробляли щітками та видаляли забруднення. Так повторювали декілька разів (рис. 2).

Найкращим за ефективністю виявився пергідроль (35 % H_2O_2) який з максимальною ефективністю розпушував забруднення, послабляв їхні зв'язки з основою та забезпечував їх



Рис. 3. Кам'яний вазон після часткового очищення пероксидом водню

видалення механічною дією (рис. 3). Розчин пероксиду водню 17 % концентрації теж проявляв подібну дію але очищувальний ефект був значно слабшим, а 1 % розчин пероксиду не забезпечував очищення поверхні каменю від забруднень.

Крім очищення, застосування пероксиду водню забезпечило дезінфекцію поверхні та знищення мікроорганізмів на поверхні каменю (Машковський, 2005), а кам'яний вазон набув оригінального кольору.

Висновки

Вивчено очищення поверхні кам'яного вазону (вапняк) розчинами пероксиду водню 35, 17 та 1 % концентрації. Найефективнішим виявився розчин концентрацією 35 %, який забезпечував розпушування забруднень, ослабляв їхні зв'язки з поверхнею каменю та забезпечував їхнє видалення механічною дією. Застосування розчинів пероксиду водню забезпечувало антисептичне оброблення поверхні каменю.

Бібліографія:

Onu, A. D., Iyun, J. S. & Idris, O. S., 2015. Kinetics and stoichiometry of the reduction of hydrogen peroxide by an aminocarboxylactocobaltate(II) complex in aqueous medium. *Open Journal of inorganic chemistry*. Vol. 5, 4. [online] 4, pp. 75–82. Available at: < http://file.scirp.org/pdf/OJIC_2015083115093282.pdf> [Accessed 10 October 2018].

Безуглий, П. О., ред., 2008. *Фармацевтична хімія; Підручник для студ. вищ. фармацев. навч. закл. і фармацев. ф-тів вищ. мед. навч. закл. III–IV рівнів акредитації*. Вінниця: НОВА КНИГА.

Білодіда, К., ред., 1975. *Словник української мови в 11 томах*. Т.6.

Волошинець, В. А. та Герасимчук, С. І. 2016. *Фізична та колоїдна хімія ч. I. Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів другого курсу денної форми навчання напряму 6.051401 "Біотехнологія"*. Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка".

Зыкова, И. В. и Исаков, В. А., 2016. Фотохимическое окисление линдана. *Wschodnioeuropejskie czasopismo naukowe*, 1, т. 10, с. 151–154.

Машковський, М. Д. 2005. *Лекарственные средства*. 15-е изд. Москва: Новая волна.

Никитин, М. К. и Мельникова, Е. П., 1990. *Химия в реставрации: Справочное издание*. Ленинград: Химия. Ленинградское отделение.

Полторац, О. М. и Чухрай, Е. С., 1971. О механизме действия каталазы, *Вестн. Моск. ун-та, сер. хим.*, 6, с. 656.

Фирсов, Н. Н. 2006. *Микробиология: словарь терминов*, Москва: Дрофа.

References^

Onu, A. D., Iyun, J. S. & Idris, O. S., 2015. Kinetics and stoichiometry of the reduction of hydrogen peroxide by an aminocarboxylactocobaltate(II) complex in aqueous medium. *Open Journal of inorganic chemistry*. Vol. 5, 4. [online] 4, pp. 75–82. Available at: < http://file.scirp.org/pdf/OJIC_2015083115093282.pdf> [Accessed 10 October 2018].

Bezugly, P. O., ed., 2008. *Pharmaceutical chemistry; Tutorial for the studio. higher pharmacy teach shut up and a pharmacist. FTT higher. honey. teach shut up III–IV levels of accreditation*. Vinnytsya: NEW BOOK.

Bilodid., K., ed., 1975. *The dictionary of the Ukrainian language in 11 volumes*. T. 6.

Voloshynets, V. A. and Gerasimchuk, S. I. 2016. *Physical and colloidal chemistry ch. I. Methodical manuals for laboratory work for students of the second year of full-time study form direct 6.051401 "Biotechnology*. Lviv: Publishing house of Lviv Polytechnic National University.

Zykova, I. V. and Isakov, V. A., 2016. Photochemical oxidation of lindane. *Wschodnioeuropejskie czasopismo naukowe*, 1, t. 10, p. 155–154.

Mashkovsky M. D. *Drugs*. 15th ed. Moscow: New wave.

Nikitin, M. K. and Melnikova, E. P., 1990. *Chemistry in restoration: Reference book*. Leningrad: Chemistry. Leningrad Branch.

Poltorak, O. M. and Chukhrai, E S, 1971. About the mechanism of action of catalase, *Vestn. Moscow un ta, sir Chem.*, 6, p. 656.

Firsov, N. N. 2006. *Microbiology: dictionary of terms*, Moscow: Drofa.

Vladyslav Voloshynets, Olena Stasyuk², Marjana Kaplinska³

APPLICATION OF HYDROGEN PEROXIDE SOLUTIONS FOR CLEANING THE SURFACE OF ARCHITECTURAL MONUMENTS MADE OF STONE

Lviv Polytechnic National University

² Olena.O.Stasiuk@lpnu.ua;

³ Mariana.v.kaplinska@lpnu.ua

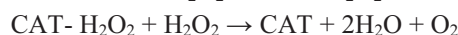
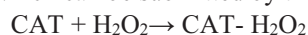
³ORCID: 0000-0001-8270-7349

© Voloshynets V., Stasyuk O., Kaplinska M., 2019

The use of solutions of hydrogen peroxide of different concentrations, namely 1 %, 17 %, 35 %, for cleaning the stone vase surface from the pediment of the main entrance of the church of St. Nicholas in the village of. Vizhnyans of Zolochiv district of Lviv region. Determination of the concentration of the solution of hydrogen peroxide was carried out by permanganometric titration in acidic medium. Solutions of hydrogen peroxide concentration of 17 % and 35 % were diluted during titration to a concentration of 0.3 mol / liter. During processing, a solution of hydrogen peroxide of different concentrations was applied to the surface of a stone vase by a brush. At the same time there was a schedule with the release of molecular oxygen and water, which caused the loosening of contaminants. After brushing, the contamination was removed from the surface of the vase. Surface treatment was carried out several times. It has been found that the most effective for purification is a solution of 35 % hydrogen peroxide, which with the maximum efficiency laced pollution, weakening their links with the base and ensuring their complete removal by mechanical action from the surface of the stone. The solution of hydrogen peroxide of 17 % concentration also showed a similar effect, but the purifying effect was much weaker, and 1 % solution of peroxide did not provide cleaning of the surface of the stone from contamination. Contamination contained on the surface of architectural monuments, made of stone, usually contain microscopic living organisms. According to literature data and experiments carried out, the most probable catalyst for decomposition of hydrogen peroxide on the surface of a stone is the enzyme catalase contained in microorganisms present in organic contaminants. Catalase is widespread in various microorganisms. Under normal physiological conditions, it regulates the content of hydrogen peroxide in the body, prevents its toxic effects, plays an important role in the process of aging. During the processing of aqueous solution of hydrogen peroxide, monuments of stone architecture, it is possible to interact with microorganisms contained in contaminants, while the catalase, the enzyme included in their composition, accelerates the course of the reaction of the decomposition of hydrogen peroxide



the mechanism of which can be submitted by the following scheme:



Also, initiating a decomposition of hydrogen peroxide can be valence variable metal salts, such as iron ions that can be present on the surface of architectural monuments made of stone. The use of solutions of hydrogen peroxide also provided an antiseptic surface treatment.

Key words: hydrogen peroxide, catalase, stone surface.