

УДК 549(477)

## КОМПОНЕНТНИЙ СКЛАД ШТУЧНОГО КАМЕНЮ ІСТОРИЧНОЇ ЧАСТИНИ м. ЛЬВОВА

**А. Сеньковський, В. Степанов, А. Андріяшева, І. Побережська**

*Львівський національний університет імені Івана Франка  
79005 м. Львів, вул. Грушевського, 4  
E-mail: mineral@franko.lviv.ua*

Вплив техногенного тиску призводить до руйнування історичних пам'яток м. Львова, тому нині актуальними є проблеми їхнього збереження й реставрації. Для цього потрібні детальні дослідження речовинного складу матеріалів, з яких вони виготовлені, оскільки однією з необхідних умов якісної реставрації є спорідненість матеріалу для реставрації та первинного матеріалу. Досліджено пам'ятки архітектури, які зазнали найінтенсивнішого руйнування, а також будівлі, які, незважаючи на значний техногенний тиск, збереглися в первинному вигляді.

*Ключові слова:* штучний камінь, пам'ятка архітектури, мінералогія, рентгенодифрактометричний аналіз, гіпсова суміш, рідке скло, цемент, Львів.

Величний Львів... Ось уже скільки століть він чарує красою і неповторністю, заворужує й водночас лякає, таїть у собі щось незбагненне. Мабуть, через те, що будували його видатні люди: кожен будинок, кожна вулиця є втіленням чиєїсь фантазії. Навіть після сотень років, володіючи сучасними технологіями, ми не в змозі до кінця розгадати всі секрети будівництва. Вражає той факт, що поряд із природним каменем наші предки виготовляли й використовували штучні матеріали, які за міцнісними характеристиками не поступаються природним. Про їхню якість відомо далеко за межами сучасної території України. Найбільше штучного\* каменю експортували для будівництва Варшави за часів Австро-Угорської імперії.

Однак у природі нічого вічного нема. І нині актуальними є проблеми збереження й реставрації історичних пам'яток Львова, зокрема його старої частини. Для цього необхідні детальні дослідження речовинного складу матеріалів, з яких вони виготовлені, оскільки одна з важливих умов якісної реставрації – спорідненість матеріалу для реставрації та первинного матеріалу.

Об'єктами наших досліджень слугували пам'ятки архітектури, які зазнали найінтенсивнішого руйнування, а також, для порівняння, ті будівлі, які, незважаючи на посилення техногенного тиску, збереглися в первинному вигляді.

Серед різновидів штучного каменю, який використовували для становлення історичної частини Львова, можна умовно виділити дві групи: матеріали, складені з піску й вапна (класичним прикладом є статуї лицарів на вул. Валовій), та гіпсові маси з піском (лев з двома тулубами) (рис. 1, 2).

---

© Сеньковський А., Степанов В., Андріяшева А., Побережська І., 2011

\*Під терміном штучний камінь ми розуміємо будівельні матеріали, створені як з природних, так і зі штучних інгредієнтів.



Рис. 1. Постсесесійно-неоготична кам'яниця, вул. Вало́ва, 11.



Рис. 2. Лев з двома тулубами.

Постсесесійно-неоготична кам'яниця № 11 збудована у 1909–1910 рр. за проектом Артура Шлеєна для Сабіни Фрідлер. Середньовічні лицарі на фацияті тримають геральдичні щити з гербами Королівського столичного міста Львова та королівства Галичини і Володимирії. Їхні фігури в обладунках західного зразка неначе доповнюють варязьку статую короля Данила [2].

Близькість латинської катедри привела до того, що наприкінці XVIII ст. власниками всіх кам'яниць на вул. Галицькій були римо-католики. Однак кам'яницю на розі вулиць Галицької та Староєврейської перебудували з 1791 р. для торговця вином Товія Вайгеля. Від того часу походить наріжна скульптура лева з двома тулубами, через що будинок називають “Під левами” [2].

Породи першої групи є не що інше, як суміш піску з гідратом кальцію  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , яку використовують для виготовлення будівельного розчину. Суміш, отримана під час змішування гідрату кальцію з водою й піском, поступово твердне внаслідок висихання і взаємодії з атмосферною вуглекислою. В процесі твердіння утворюється  $\text{CaCO}_3$  [4]. Іноді як домішка у породах є незначна кількість польових шпатів. Крім кварцу, уламкова частина може бути представлена шматочками цегли або мергелю. Однак, незважаючи на порівняно простий мінеральний склад, породи цієї групи суттєво відрізняються за міцнісними характеристиками.

Цікавим об'єктом, де під час будівництва використовували вставки зі штучних матеріалів, є Вірменська церква (рис. 3). Цю церкву [2] збудував у другій половині XIV ст. (1363–1370) майстер Доре (або Дорхі). Протягом століть вона була громадським і релігійним центром вірменської колонії у Львові. У 1367 р. церква стала соборною. Надалі навколо неї склався один із найцікавіших ансамблів, до якого ввійшли дзвіниця (П. Красовський, 1571 р.), палац архієпископа (XVIII ст.), вірменський банк (XVII ст.), монастир бенедиктинок (1682), пам'ятна колона з постаттю святого Христофора та дерев'яний вівтар з композицією “Голгофа” (XVIII ст.), огорожі з брамами (XVII–XIX ст.).

Для прикладу розглянемо склад карнизів Вірменської церкви: нижній – міцний та верхній – слабо зцементований [3]. Нижній карниз – це міцна, сильно зцементована порода бурувато-бежевого кольору, дуже пориста, порівняно легка (рис. 4). Структурно це брекчія. Кутасті уламки розміром від 0,1 до 10,0 мм і більше представлені сірим і ясно-сірим мергелем. Цементувальна маса дрібнозерниста, заліристо-карбонатна.

І уламки, і цемент реагують з 5 % HCl, проте реакція дещо сповільнена і не бурхлива, що зумовлене високим вмістом у породі глинистих мінералів.

Під мікроскопом у шліфах видно, що це штучна брекчія (рис. 5). Наявні два типи уламків. Перші сірувато-жовтуваті, сірувато-білі, ізометричної й еліпсоподібної форми, розміром до 1 см і більше. Це глинисто-карбонатні виділення мергелю. Другий тип уламків петрографічно визначено як залізо-глинисті утворення розміром 0,1–0,5 мм. Цементувальна маса пелітоморфна, залізо-глинисто-карбонатного складу. У ній наявні численні (50–70 % від загальної маси) гострокутні виділення кварцу різноманітної форми розміром до 0,5 мм. В окремих випадках кварц практично зцементований гідроксидами заліза. Трапляються поодинокі зерна рудного мінералу й окремі мікроорганізми (можливо, форамініфери).

Вміст сумарного CaCO<sub>3</sub> в породі становить 34,48 %. Гранулометричний аналіз нерозчинного в HCl залишку засвідчив, що 83 % проби становить фракція 0,01–0,50 мм, тому її зачислено до алевропсамітового різновиду.



Рис. 3. Вірменська церква.



Рис. 4. Взірець породи з нижнього карниза Вірменської церкви

Під час мінералогічного аналізу фракцій > 0,1 мм під бінокляром у разі змочування їх 5 % HCl чітко видно три типи зерен (рис. 6): кварц прозорий, обкатаний і кутастий (40 %); зерна мергелю – сірувато-білі й сірі (20 %); зерна бурувато-жовтого, червонувато-коричневого кольору, обкатані й кутасті (40 %), під час висихання вони покриваються білуватою “патиною”, яка зникає після змочування кислотою. Виявилось, що це потовчена й розтерта цегла, яка і надає породі бежевого кольору

Для мінералогічної характеристики алевритової і пелітової фракцій, нерозчинних у 5 % HCl, використано рентгенодифрактометричний аналіз. Мінеральний склад цих фракцій ідентичний: кварц, гідрослюда і калієвий польовий шпат (рис. 7, 8).

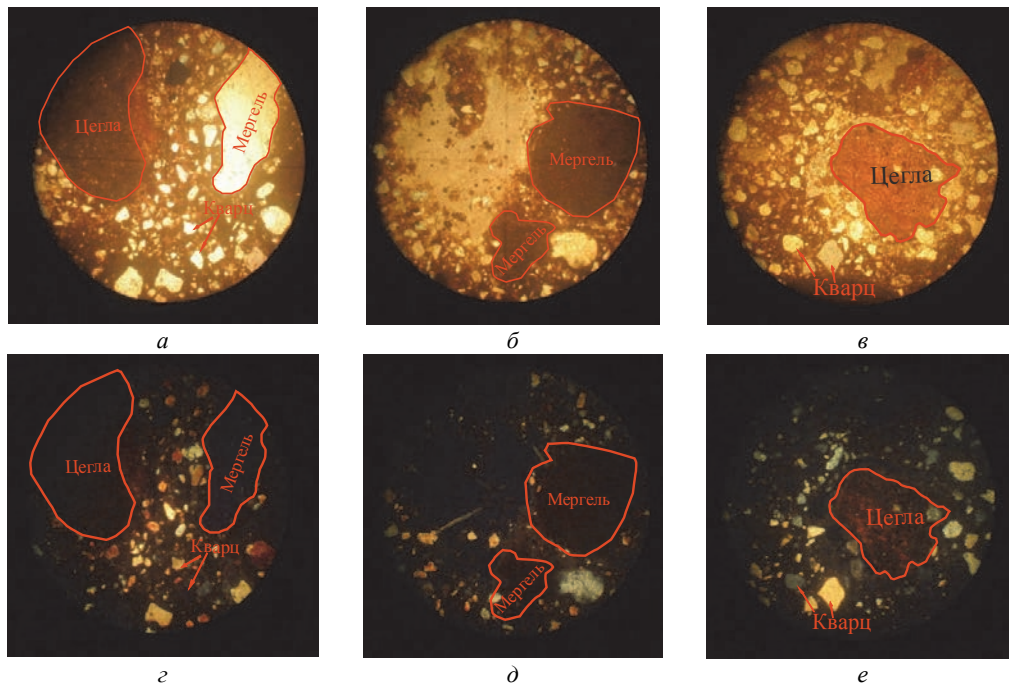
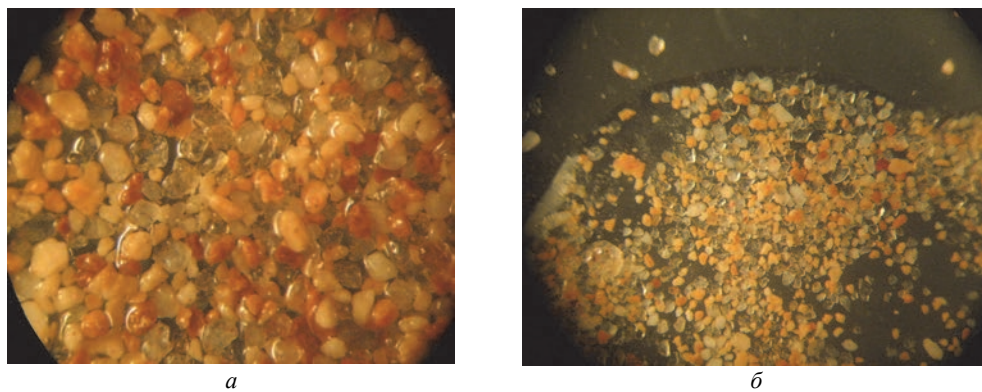


Рис. 5. Штучний камінь з нижнього карниза:

*а, г* – уламки цегли та мергелю, а також зерна кварцу в глинисто-карбонатному цементі; *б, д* – контакт глинистого мергелю з глинисто-карбонатним цементом, переповненим дрібними уламками кварцу; *в, е* – уламок цегли в глинисто-карбонатній масі; *а-в* – без аналізатора; *г-е* – з аналізатором;  $\times 80$ .

Рис. 6 .Фракції розміром 0,25–0,50 (*а*) та 0,10–0,25 (*б*) мм (нижній карниз).

Зерна кварцу прозорі, білі, уламки цегли – жовті, червонуваті. Сфотографовано в 5 % HCl.

Речовинний склад некарбонатної пелітоморфної компоненти каркаса і цементу теж ідентичний: кварц з домішкою плагіоклазу. Карбонатність каркаса становить 60 %, цементу – 25 %.

Верхній карниз (рис. 9) – це слабо зцементована порода світло-сірого і світло-бежевого кольору, яка розмокає у воді. Її поверхня покрита щільною міцною кіркою.

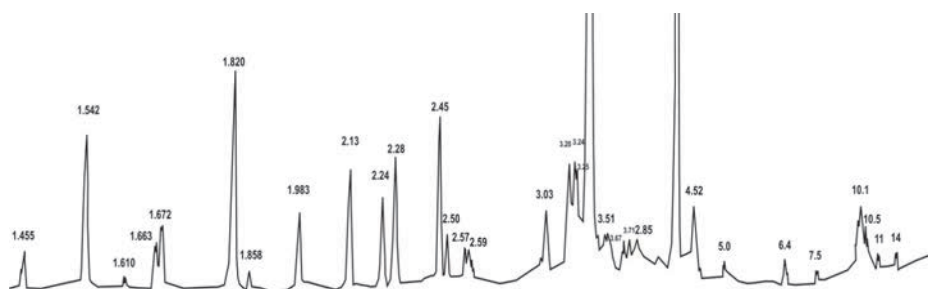


Рис. 7. Рентгенодифрактограма алевритової фракції (0,01–0,10 мм) взірця з нижнього карниза (після обробки HCl).

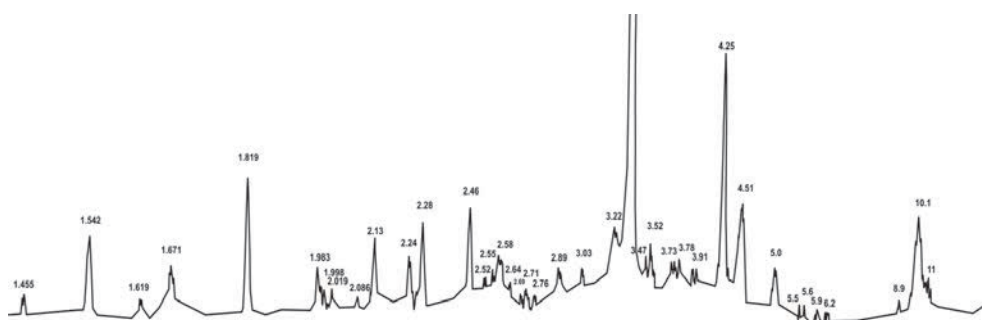


Рис. 8. Рентгенодифрактограма пелітової фракції (< 0,01 мм) взірця з нижнього карниза (після обробки HCl).

Структурно це дрібнозернистий зцементований псаміт. Порода інтенсивно реагує з 5 % HCl, що свідчить про наявність вапнистого цементу.

У шліфах порода має масивно-смугасту текстуру і складається з плямистих виділень карбонатно-глинистого (переважають) та залізо-карбонатно-глинистого складу, які занурені в пелітоморфний глинисто-карбонатний цемент. У цементі також є нерівномірно розподілені гострокутні уламки зерен кварцу (до 20 %) (рис. 10). Загальна карбонатність породи становить 69,33 %.

За результатами гранулометричного аналізу нерозчинного в 5 % HCl залишку, порода належить до алевро-псамітового різновиду, оскільки на 90 % складена фракцією 0,01–1,00 мм.

Мінеральний склад фракцій 0,25–0,50 і 0,01–0,25 мм суттєво відрізняється. Перша фракція (рис. 11, а) практично мономінеральна, представлена обкатаними й кутастими зернами кварцу з поодинокими включеннями речовини бурого кольору. Фракція 0,10–0,25 мм (див. рис. 11, б) на 70 % складена кварцом зі значною домішкою (до 30 %) бурої речовини, яка, імовірно, представлена дрібноуламковими агрегатами подрібненої цегли.



Рис. 9. Взірець з верхнього карниза Вірменської церкви.

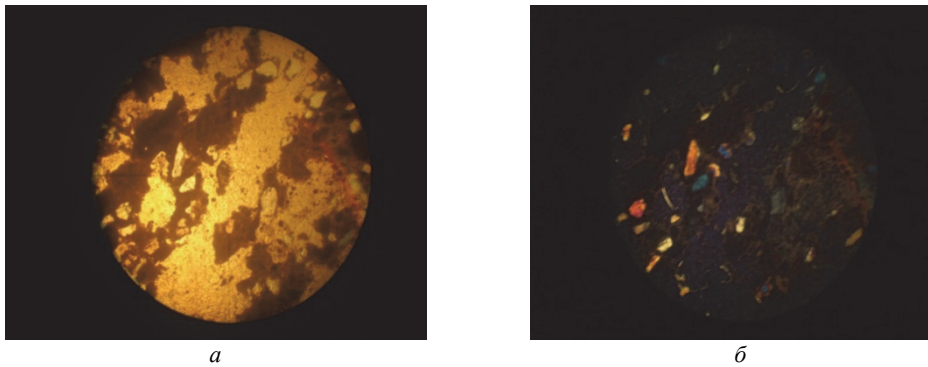


Рис. 10. Штучний камінь з верхнього карниза. Смугаста текстура утворена чергуванням карбонатних (світле) і карбонатно-глинистих виділень:  
а – без аналізатора; б – з аналізатором;  $\times 100$ .

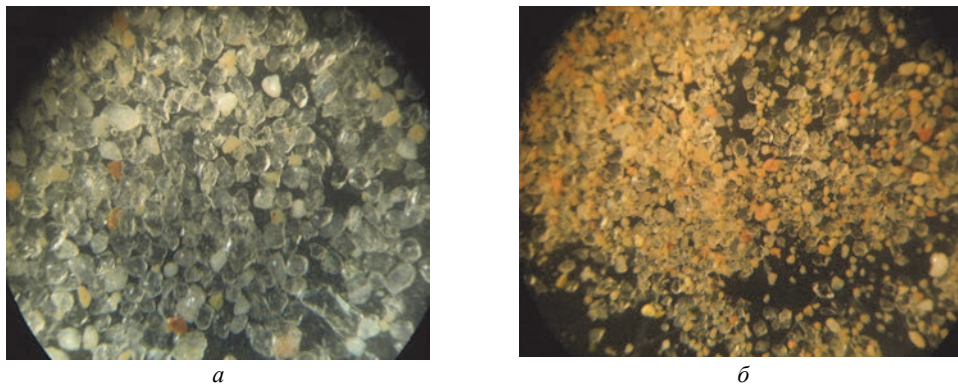


Рис. 11. Фракції розміром 0,25–0,50 (а) і 0,10–0,25 мм (б) (верхній карниз). Зерна кварцу прозорі, білі, уламки цегли – жовті, червонуваті. Сфотографовано в 5 % НСІ.

Рентгенодифрактометричні дослідження нерозчинних у 5 % НСІ залишків пелітової фракції і щільної поверхневої “шкірки” засвідчили, що в пелітової фракції наявні, головню, кварц з домішками глинистого мінералу (гідролюди) (1,00, 0,51, 0,253, 0,208 нм) і калієвого польового шпату (0,320, 0,327, 0,213, 0,1818 нм) (рис. 12) [1]. У “шкірці” є ті ж мінерали, проте калієвого польового шпату більше (рис. 13).

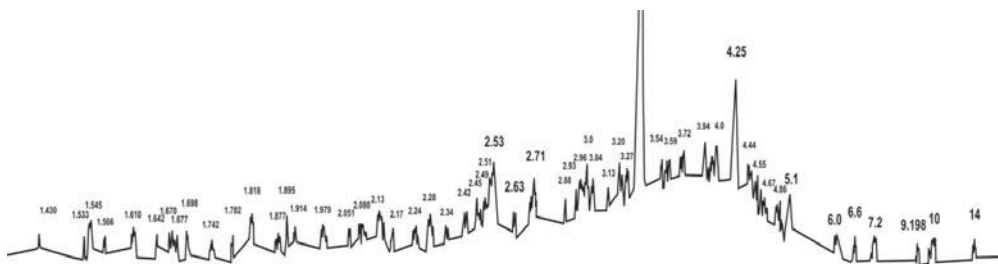


Рис. 12. Рентгенодифрактограма пелітової фракції (< 0,01 мм) породи з верхнього карниза (після обробки НСІ).

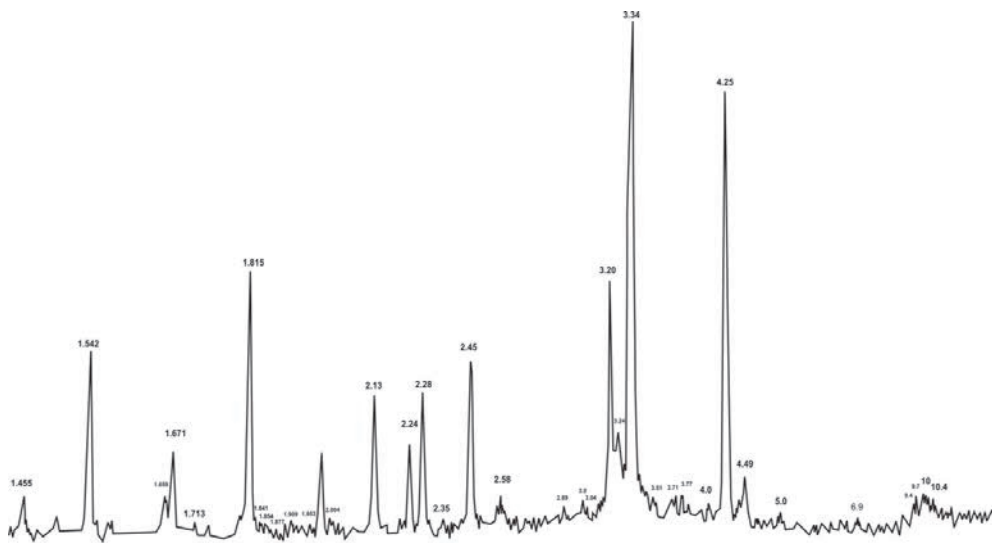


Рис. 13. Рентгенодифрактограма зовнішньої оболонки ("шкірки") породи з верхнього карниза (після обробки HCl).

Отже, детальні фізико-мінералогічні й петрографічні дослідження засвідчили суттєву різницю в компонентному складі вивчених зрізів і, очевидно, різну технологію виробництва цих штучних утворень:

- уламкова частина зрізця з нижнього карниза (далі зрізець 1) становить близько 70 %, з верхнього (зрізець 2) – не перевищує 30 %;
- цемент у зрізці 1 залізо-глинисто-карбонатний (підвищена залізистість пов'язана, імовірно, з використанням глинистого матеріалу, збагаченого глауконітом, у зрізці 2 – суттєво карбонатний – вапнистий);
- текстура зрізця 1 брекчієподібна, зрізця 2 – однорідна, прихованосмугаста.

Компонентний склад зрізця 1 такий, %: уламковий матеріал – дроблений мергель (0,25–10 мм і більше) – 20, подрібнена цегла (0,1–0,5 мм) – 40, дрібно-середньозернистий кварцовий пісок (0,1–0,5 мм) – 40. Цементувальна маса (вірогідно, на основі вапна) становить близько 20–25 % від загальної маси породи.

Цегляний матеріал діагностовано на підставі порівняння рентгенодифрактограм монофракції жовто-бурого й червонуватого "мінералу" з псамітової складової та еталонного зразка цегли з верхнього карниза. Дифрактограми засвідчили практичну ідентичність мінерального складу. Попередньо можна припустити, що цю цеглу випалювали з піщано-глинистої суміші (можливо, річковий суглинок), причому глинистий мінерал мав підвищений вміст заліза (імовірно, глауконіт), яке за вмісту близько 3 % після випалювання надає цеглі бурувато-червоного кольору.

Компонентний склад зрізця 2 набагато простіший. Уламкова частина представлена дрібно-середньозернистим практично мономінеральним кварцовим піском. Цементувальна маса (пелітоморфний кальцит, утворений під час карбонатизації вапна, і глинисті мінерали) становить до 70 % від загальної маси породи.

Ще одним прикладом штучного каменю є зрізці з балясини (зрізець 1) (міцний матеріал) і штукатурки (зрізець 2) (слабко зцементований) з універмагу на площі Ринок (рис. 14).

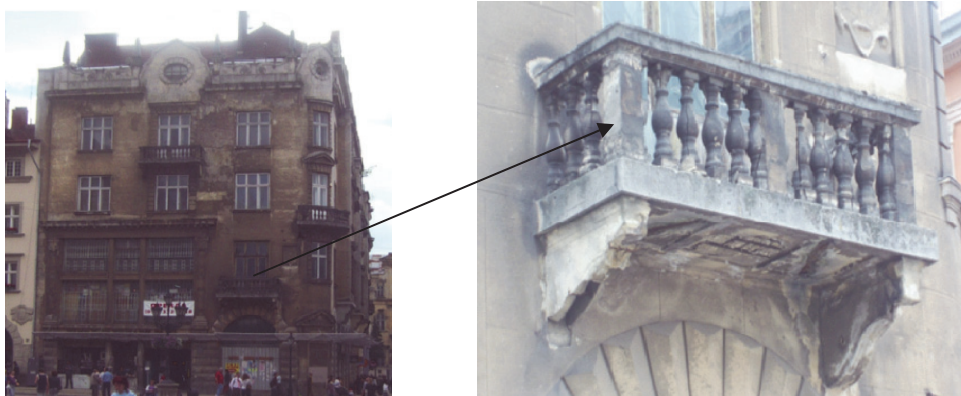


Рис. 14. Балкон універмагу на площі Ринок.

Кам'яниця № 32 на площі Ринок реконструйована 1912 р. за проектом Міхала Лу-жецького. Будинок слугував приміщенням для одного з найбільших торгових домів у Львові – “Дому Ціппера”, де продавали годинники й коштовності. У 1970-х роках кам'яницю ґрунтовно перебудували. Торгують тут і тепер, що дає право будівлі назива-тися найстарішим універмагом Львова.

Взірець 1 – це міцна, слабо пориста, світло-сіра на свіжому відколі порода, на пери-ферійній частині – з зеленкуватим відтінком. Розмір уламків основної маси – до 1 мм, трапляються поодинокі добре обкатані уламки кременистих порід темно-сірого кольору розміром 5–10 мм.

Взірець 2 – штукатурка – слабо зцементована порода світло-сірого з жовтувато-зе-ленкуватим відтінком кольору, покрита світло-сірою кіркою завтовшки до 3 мм. Порода порівняно легка, пориста, розмір пор – до 3 мм. Уламкова частина представлена сірими кутастими зернами кварцу розміром до 1 мм і ясно-сірими до білих пелітоморфними уламками розміром до 2 мм. Цемент бурхливо реагує з 5 % HCl.

Рентгенодифрактометричні дослідження взірців засвідчили, що їхній мінеральний склад майже ідентичний – кварц і кальцит, однак у взірці 1 є слюда (0,45, 0,50, 0,55, 0,97 нм) [1], а кальциту менше (рис. 15, 16).

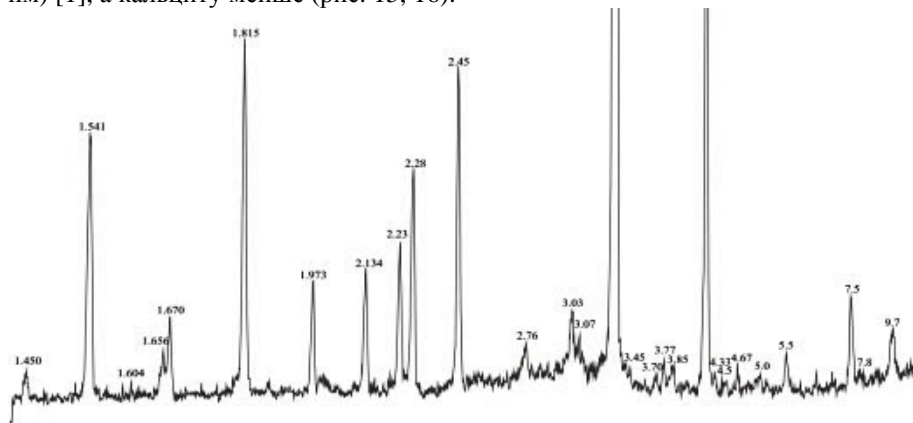


Рис. 15. Рентгенодифрактограма штучного каменю з балюсини балкона універмагу на площі Ринок.



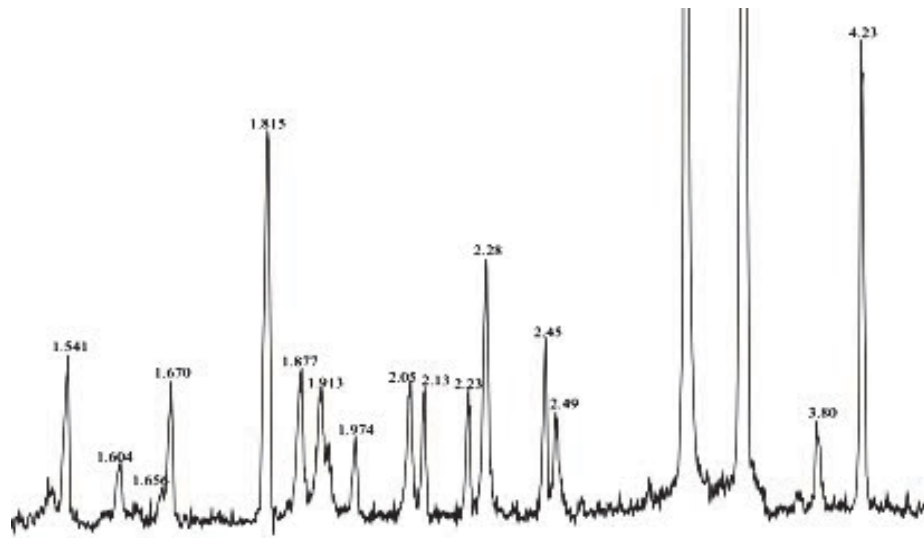


Рис. 16. Рентгенодифрактограма штучного каменю штукатурки універмагу на площі Ринок.

Вміст карбонатної складової у збірці 2 майже вдвічі більший, ніж у збірці 1 – 24 і 46 %, відповідно. Згідно з показниками заломлення, карбонатний мінерал представлений кальцитом:  $n_g = 1,658$ ;  $n_p = 1,486$ .

Отже, мінеральний склад досліджуваних збірок майже ідентичний – представлений кварцом і кальцитом, однак у збірці 1 є незначна домішка гідролуїди. Відмінною ознакою є наявність у збірці 1 поодиноких уламків кременистих порід розміром 5–10 мм та удвічі менша карбонатність.

До описуваної групи належать матеріали, з яких побудований аттик “Бенедиктинок”, штукатурка з каплиці Боїмів, каплиці Трьох Святителів при Успенській церкві та кам’яниці на вул. Валуїв, 11. Різняться вони лише за вмістом карбонатів, розміром і вмістом уламкової складової.

Суттєві відмінності та специфічний мінеральний склад має штукатурка зі статуй атлантів-лицарів на вул. князя Романа (рис. 17). Уламки кварцу – округлої й кутастої форми, розміром до 0,5 мм; окремі, переважно округлі уламки мають розмір до 1 мм. Наявні також поодинокі зерна кислого плагіоклазу розміром 0,1–0,5 мм, кутасті й напівкруглі. У них іноді простежують вузькі полісинтетичні двійники (кут загасання двійників не перевищує  $10^\circ$ ), вірогідно, це альбіт. Трапляються уламки зерен і кристалів прозорого й пелітоморфного карбонату розміром до 0,5 мм.



Рис. 17. Статуї атлантів-лицарів на вул. князя Романа.

Цемент матеріалу плівково-поровий глинисто-карбонатний та базальний кременистий (рідке скло) (рис. 18). Якщо відстань між уламками становить до 0,1 мм, то переважає глинисто-карбонатний цемент, якщо понад 0,1 мм, – то кременистий. У кременистому цементі домінує рідке скло, переповнене численними непрозорими включеннями вуглистого матеріалу, однак трапляються водяно-прозорі ділянки з чіткою перлітовою окремістю, а також сліди розкристалізації скла (перетворення в халцедоновий агрегат).

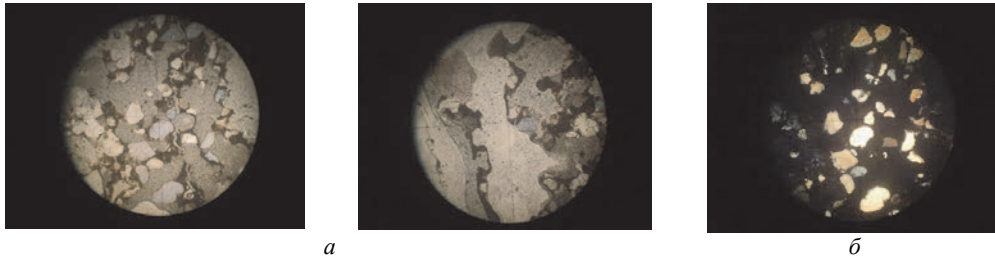


Рис. 18. Виділення рідкого скла у кварц-карбонатній породі (штукатурка, вул. князя Романа):  
а – без аналізатора; б – з аналізатором;  $\times 20$ .

За результатами виконаних мінералого-петрографічних досліджень різних об'єктів історичної частини Львова можна зробити висновок, що для збереження і консервації кам'яного декору й ліпнини доцільно використовувати рідке скло в суміші з вапном та просіяним дрібнозернистим несорттованим кварцовим піском і алевритом [5]. Досвід засвідчує, що для найліпшої збереженості породи оптимальний вміст карбонатної складової повинен становити 25–26 %, тобто для приготування будівельного розчину потрібно 18–19 % гідрату кальцію.

Сподіваємося, що в найближчому майбутньому внаслідок детальних досліджень усе таки вдасться розгадати секрети технології виготовлення штучного каменю. А це допоможе зберегти цінні архітектурні надбання.

1. Михеев В. И. Рентгенометрический определитель минералов / В. И. Михеев. – М., 1957. – 654 с.
2. Пулков Т. Львів : Путівник / Т. Пулков. – Львів, 2006. – 47 с.
3. Стан і перспективи сучасної геологічної освіти та науки // Наук. конф., присвячена 65-річчю геол. ф-ту Львівського національного університету імені Івана Франка : тези доп. – Львів, 2010. – 270 с.
4. Тейлор Х. Ф. У. Химия цементов : [Пер. с англ.] / Х. Ф. У. Тейлор. – М., 1969. – 500 с.
5. Janik L. A. Skarbnica wiedzy / L. A. Janik. – Warszawa : Biblioteka dzieł Naukowych. – 646 s.

**COMPONENT COMPOSITION OF ARTIFICIAL STONE  
OF THE HISTORICAL PART OF LVIV****A. Senkovskyi, V. Stepanov, A. Andriyashaeva, I. Poberezhska**

*Ivan Franko National University of Lviv  
Hrushevskiy St. 4, UA – 79005 Lviv, Ukraine  
E-mail: mineral@franko.lviv.ua*

Technogenic influence results in destruction of historical monuments of Lviv, therefore the problems of their saving and restoration are extraordinarily actual. The detailed researches of composition of materials which they have been made from are needed for this purpose, as one of necessary terms of high-quality restoration is the affinity of material for restoration and primary material. The most blasted architectural monuments of Lviv have been investigated, and also the buildings, which in spite of the considerable technogenic influence were saved in a primary state.

*Key words:* artificial stone, architectural monuments, mineralogy, X-ray-analysis, plaster mix, liquid glass, cement, Lviv.

**КОМПОНЕНТНИЙ СОСТАВ ИСКУССТВЕННОГО КАМНЯ  
ИСТОРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ г. ЛЬВОВА****A. Сеньковский, В. Степанов, А. Андрияшева, И. Побережская**

*Львовский национальный университет имени Ивана Франко  
79005 г. Львов, ул. Грушевского, 4  
E-mail: mineral@franko.lviv.ua*

Техногенное влияние приводит к разрушению исторических памятников г. Львова, поэтому сегодня актуальны проблемы их сохранения и реставрации. Для этого необходимы детальные исследования вещественного состава материалов, из которых они изготовлены, поскольку одним из самых важных условий качественной реставрации является родство материала для реставрации и первичного материала. Исследовано наиболее разрушенные памятники архитектуры г. Львова, а также строения, которые, несмотря на значительное техногенное влияние, сохранились в первичном виде.

*Ключевые слова:* искусственный камень, памятник архитектуры, минералогия, рентгенодифрактометрический анализ, гипсовая смесь, жидкое стекло, цемент, Львов.

Стаття надійшла до редколегії 28.09.2011

Прийнята до друку 09.11.2011