

inż. Dominika Jelonek¹⁾

dr inż. Barbara Ksiś^{2)*}

ORCID: 0000-0001-6459-8783

dr inż. Anna Szymczak-Graczyk³⁾

ORCID: 0000-0002-1187-9087

Analiza uszkodzeń oraz metody naprawy elewacji na przykładzie budynku z początku XX wieku

Analysis of damage and methods of repairing the facade on the example of a building from the beginning of the 20th century

DOI: 10.15199/33.2022.03.08

Streszczenie. Tematem przewodnim artykułu jest przeprowadzenie analizy uszkodzeń oraz omówienie metod renowacji na podstawie zabytkowej kamienicy ceglanej z początku XX w. W opracowaniu przedstawiono także metodę iniekcji rys i spękań konstrukcji murowanych z zastosowaniem żywic poliuretanowych. Wykonano analizę zastosowanych materiałów pod kątem dobru rozwiązań do warunków środowiskowych, eksploatacyjnych i stanu technicznego obiektu.

Słowa kluczowe: renowacja; konstrukcje murowe; iniekcja rys; poliuretan.

Abstract. The main objectives of the article is the analysis of damage and renovation methods based on a historic brick tenement house from the beginning of the 20th century. The study also presents a method of injection of scratches and cracks in masonry structures with the use of polyurethane resins. An analysis of the materials used was performed in terms of the selection of solutions to the environmental and operational conditions and the technical condition of the facility.

Keywords: renovation; masonry structures; crack injection; polyurethane.

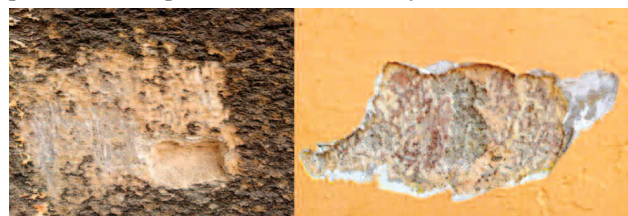
Renowacja obiektów zabytkowych wymaga znajomości technik wznoszenia obiektów oraz materiałów wykorzystywanych w minionych stuleciach. Czynności renowacyjne należy podejmować z uwzględnieniem wiedzy o historycznym wyglądzie i formie obiektu, stosując oryginalne technologie wykonania. Często jest to jednak niemożliwe. Należy wówczas szukać rozwiązań z wykorzystaniem materiałów dobrze współpracujących z materiałem pierwotnym, a jednocześnie optymalnych pod względem ekonomicznym i wykonawczym [1].

Artykuł powstał na podstawie pracy dyplomowej biorącej udział w konkursie „Na najlepszą pracę dyplomową z wykorzystaniem poliuretanów” zorganizowanym przez PZITB przy Politechnice Poznańskiej oraz Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu, a także Polski Związek Producentów i Przetwórców Izolacji Poliuretanowych PUR i PIR „SIPUR”. Przedmiotem artykułu jest renowacja obiektu zabytkowego wybudowanego w 1932 r., zlokalizowanego w Poznaniu przy ulicy Śniadeckich. W 1982 r. obiekt został wpisany do rejestru zabytków. Należy do zespołów urbanistyczno-architektonicznych najstarszych dzielnic Poznania. Jest to dawna kamienica czynszowa, w której obecnie znajduje się 26 mieszkań komunalnych oraz 4 lokale użytkowe.

Prace renowacyjne

W związku z tym, że naprawiany obiekt jest objęty opieką konserwatorską, przed przystąpieniem do remontu zwrócono się o wytyczne do konserwatora. Obejmowały one wiele kwe-

stii, ale dotyczące elewacji budynku skupiały się wyłącznie na nakazie wykonania inwentaryzacji elewacji kamienicy oraz przeprowadzenia badań w celu poznania struktury tynków. Aby wykonać prawidłowo renowację obiektu oraz ustalić kolorystykę poszczególnych elementów i detali architektonicznych, wykonane zostały badania stratygraficzne metodą mechanicznego odsłaniania kolejnych warstw przemalowań (fotografia 1). Ustalono pierwszą warstwę farby leżącą bezpośrednio na podłożu. Kolory określono wg wzornika NCS. Wykonano szczegółową dokumentację fotograficzną, rysunkową i opisową stanu technicznego obiektu. W artykule skupiono się na naprawie ścian zewnętrznych.



Fot. 1. Odkrywki na elewacji frontowej [4]

Photo 1. Outcrops on the front elevation [4]

Tynki elewacyjne w kamienicy przy ul. Śniadeckich w Poznaniu miały liczne uszkodzenia, które zostały dokładnie zinventaryzowane z wykorzystaniem programów numerycznych ArchiCAD, Artlantis, ZWCAD PRO. Strefa przygruntowa do wysokości cokołu, szczególnie na elewacjach podwórzowych budynku, miała widoczne ślady zawilgocenia. W okolicy niesprawnych instalacji kanalizacji deszczowej (w strefie przyziemia) stwierdzono ubytki tynków na dużej powierzchni, aż do warstwy cegły. Objawami zawilgocenia na zewnątrz i wewnątrz budynku były zdiagnozowane: odparzenia tynków, odspojona zaprawa, wysolenia i ogniska pleśni. Zawilgocenie konstrukcji murowych potwierdziły badania

¹⁾ studentka Politechniki Poznańskiej; Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu

²⁾ Politechnika Poznańska; Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu

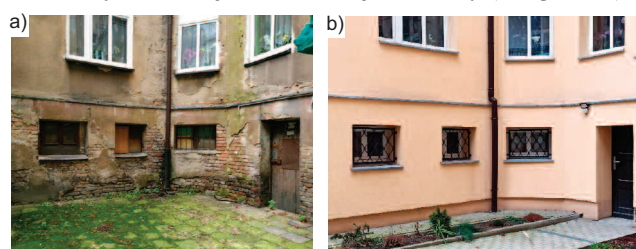
³⁾ Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu; Wydział Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej

* Adres do korespondencji: barbara.ksis@put.poznan.pl

wykonywane dwiema metodami – niszczącą za pomocą wagosuszarki i nieniszcząco za pomocą mikrofalowego miernika wilgotności typu Trotec T610. Stwierdzony poziom wilgotności był na poziomie średnim i wysokim (wyniki pomiaru wilgotności metodą dielektryczną wynosiły > 80 jednostek, a wogowo-suszarkową 6 – 11%).

Wytyczne konserwatorskie dotyczące elewacji budynku nie określały materiałów ani technologii naprawy kamienicy. Koncepcja poprawy stanu technicznego oraz wyeksponowania wartości historycznej i architektonicznej budynku pozostała więc do opracowania i uzgodnienia między projektantem a inwestorem.

Proces naprawy cokołów elewacji kamienicy rozpoczęto od oczyszczenia powierzchni za pomocą piaskowania oraz wykonania uszczelnienia przez natrysk związkami nieorganicznym o strukturze chemicznej cementu. Nanocement, jak podaje producent, tworząc nowe struktury stabilne termodynamicznie, reaguje czynnie ze związkami niestabilnymi znajdującymi się na powierzchniach murowanych, jak również na granicy ziaren kryształów i kruszyw (wypełniaczy) w tzw. strefach międzyfazowych [9]. Rozwiązanie to zapewniło ochronę przed działaniem czynników atmosferycznych, a struktura muru została uszczelniona i uzyskała odpowiednią wytrzymałość. Ochrona przed działaniem degradujących czynników środowiskowych jest szczególnie istotna w przypadku części budynku, do których ograniczony jest dostęp promieni słonecznych i bez odpowiedniej cyrkulacji powietrza. Tak było w przypadku podwórzowych elewacji analizowanej kamienicy (fotografia 2).



Fot. 2. Ściany przyziemia: a) przed remontem [4]; b) po remoncie
Photo 2. The walls of the basement: a) before renovation [4]; b) after renovation

Na elewacjach budynku zinventaryzowano pęknięcia. W celu ich naprawy zastosowano technologię wklejanych prętów stalowych o spiralnym splocie, która polega na montażu odpowiednio dobranych prętów typu spiralnego i zatopieniu ich w zaprawie znajdującej się we wcześniej wyfrezowanych szczelinach zgodnie z określoną w projekcie lokalizacją i wymiarami. Oznaczenia pęknięć i rodzaj zastosowanej naprawy pokazano na rysunku [5].

W procesie naprawy wykorzystano pręty zbrojeniowe [2] o średnicy 6 i 10 mm oraz niekurczliwe, elastyczne, szybko wiążące zaprawy wykonane na bazie cementu. Zaprawy te zostały specjalnie zaprojektowane do współpracy z prętami zbrojenia. Duża wytrzymałość stali oraz spiralny kształt zbrojenia, w połączeniu z odpowiednim zaczynem, zapewniają efektywne wzmocnienie, przenoszące naprężenia rozciągające w murze przy jednoczesnej znacznej odkształcalności konstrukcji. W przypadku rys o niestabilizowanej szerokości rozwarcia oraz wilgotnych, mokrych i przewodzących wodę zastosowano poliuretanowe żywice iniekcyjne, charakteryzujące się el-

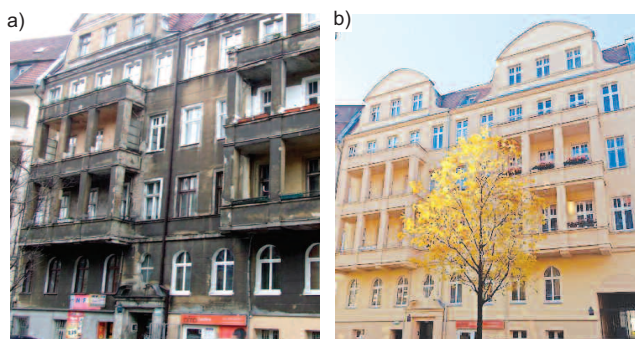


Wzmocnienie elewacji ścian zewnętrznych od strony podwórza [5]
Strengthening external walls – elevations from the courtyard [5]

stycznością, dużą wytrzymałością na ścinanie oraz odpornością na oleje, sól, wodę, a także na czynniki atmosferyczne. Żywice poliuretanowe występują w wersji jednoskładnikowej i dwuskładnikowej. W stwierdzonych rysach zastosowano obie wersje żywic. Jednoskładnikowe charakteryzują się szybkim spienianiem pod wpływem wody, natomiast dwuskładnikowe są wolno spienialne i wykazują mały przyrost objętości. Z tego powodu w rysach mokrych zazwyczaj najpierw wykonuje się iniekcję w celu związania wody lub czasowego uszczelnienia wycieków wytwarzającą się pianą, a następnie wykonuje się iniekcję żywicą dwuskładnikową tworzącą elastyczne i wytrzymałe wypełnienie [6, 7, 8].

Z powierzchni elewacji wysoko położonych usunięto fragmenty zdegradowanych tynków oraz resztę powierzchni oczyszczono ze zmian mykologicznych gorącą parą wodną z zastosowaniem środków chemicznych. Tak uzyskaną powierzchnię pokryto tynkiem renowacyjnym oraz pomalowano farbą o oryginalnej kolorystyce zgodnie z wytycznymi uzgodnionymi z projektantem. Wykorzystano farbę na bazie spoiw silikatowych, o dużej paroprzepuszczalności oraz odporną na uszkodzenia eksploatacyjne, zapewniającej powierzchni ochronę przed negatywnym oddziaływaniem zmiennych warunków atmosferycznych i substancji agresywnych oraz powstawaniem wysoleń i zabrudzeniem, na co szczególnie narażone są budynki w otoczeniu miejskim. Narożniki górne i dolne otworów w elewacji wzmocniono diagonalnie ułożonymi pasami siatki zbrojącej z włókna szklanego. Ponadto odtworzono dekorację sztukatorską – uzupełniono ubytki, wklejano nowe odlewy sztukatorskie oraz wykonano rekonstrukcję gzymśów metodą ciągnioną (fotografia 3).

W pracy dyplomowej analizowano różne metody i środki iniekcyjne, natomiast w tabeli zamieszczonej w artykule zestawiono zalety i wady wybranych rozwiązań naprawczych, zastosowanych w procesie renowacji elewacji kamienicy. Na podstawie wad i zalet poszczególnych środków oraz metod renowacyjnych, a także badań wizualnych, przeprowadzonych



Fot. 3. Elewacja: a) przed remontem [4]; b) po remoncie
Photo 3. Elevation: a) before renovation [4]; b) after renovation

po ok. sześciu miesiącach od naprawy elewacji (fotografie 2, 3), stwierdzono, że wykorzystane sposoby renowacji oraz materiały zostały odpowiednio dobrane do warunków środowiskowych, eksploatacyjnych i stanu technicznego obiektu.

Podsumowanie

Inwentaryzacja ścian kamienicy przy ul. Śniadeckich w Poznaniu wykazała liczne uszkodzenia tynków i struktury murów. Główną ich przyczyną była wilgoć oraz niewłaściwa i niewystarczająca konserwacja. W procesie renowacji kamienicy kluczowe było zastosowanie technologii i materiałów odpowiednio dobranych do aktualnych warunków środowiskowych i eksploatacyjnych, zapewniających ochronę przed degradacją obiektu i ograniczających ponowne wystąpienie usuniętych uszkodzeń.

Przebieg renowacji zabytkowej kamienicy pokazuje, że proces ten wymaga przeprowadzenia wnikliwej diagnostyki obiektu oraz specjalistycznej wiedzy wykonawców, znajomości materiałów i odpowiedniego doświadczenia w konserwacji zabytków. Niezwykle ważne jest, aby renowacja obiektów zabytkowych przeprowadzona była z zastosowaniem właściwie dobranych rozwiązań, z użyciem dobrej jakości materiałów oraz aby przyczyny powstawania uszkodzeń zostały usunięte. W połączeniu z regularnym przeprowadzaniem przeglądów technicznych i bieżącą konserwacją zapewni to trwałość obiektu na kolejne dekady użytkowania.

W pracach związanych z renowacją konstrukcji murowych zalecane są materiały na bazie poliuretanów. Wykorzystuje się je do iniekcji i uszczelniania rys zarówno suchych, jak i wilgotnych oraz mokrych, a także rys o niestabilizowanej szerokości rozwarcia. Właściwości materiałów na bazie poliuretanów, m.in. elastyczność, duża wytrzymałość, odporność na wilgoć, sole, a także na czynniki atmosferyczne sprawiają, że są one powszechnie wykorzystywane w pracach naprawczych i renowacyjnych oraz na wielu innych płaszczyznach w budownictwie.

Fotografie 2b i 3b – Autorzy

Literatura

- [1] Barbara Ksit, Mariusz Gaczek. 2018. *Analytical meanders of selected systems for thermo-renovation of historical buildings*, vol. 49, s: 00062-1-00062-10.
- [2] Helifix. 2016. *System naprawy i wzmocnienia konstrukcji murowych. Standardy napraw*.
- [3] Jelonek Dominika. 2021. *Analiza uszkodzeń oraz metody napraw konstrukcji murowych na podstawie budynku z początku XX w. z wykorzystaniem elementów BIM*, praca inżynierska, Politechnika Poznańska, Poznań, promotor: dr inż. Barbara Ksit.

Porównanie wad i zalet zastosowanych rozwiązań naprawczych [3] Comparison of advantages and disadvantages of the applied repair methods [3]

Metoda	Zalety	Wady
Cementowo-wapienna zaprawa renowacyjno-naprawcza	<ul style="list-style-type: none"> • paroprzepuszczalność • hydrofobowość • zawiera włókna zbrojące • duża przyczepność • elastyczność • mrozoodporność • wodoodporność • odporność na działanie soli rozpuszczalnych w wodzie • szybko wiąże • łatwa aplikacja 	<ul style="list-style-type: none"> • nieprzestrzeganie technologii wykonywania robót prowadzi do powstawania rys i spękań na elewacji
Zaprawa Oxydtron	<ul style="list-style-type: none"> • duża przyczepność • duża elastyczność • mrozoodporność • wodoodporność • odporność na działanie substancji agresywnych • odporność na pęknięcie • zatrzymuje korozję i erozję murów • tworzy środowisko nieprzyjazne do rozwoju grzyba oraz pleśni • trwale uszczelnia • zmniejsza przenikanie ciepła • łatwa aplikacja 	<ul style="list-style-type: none"> • rygorystyczne wymagania związane z przygotowaniem powierzchni, na których aplikowane ma być wzmocnienie
Siatka zbrojąca z włókna szklanego	<ul style="list-style-type: none"> • duża odporność na procesy chemiczne • impregnowana przeciw alkaliom • duża wytrzymałość mechaniczna • równomiernie przenosi naprężenia powstające w czasie nagrzewania się elewacji i wywołane pracą statyczną budynku • mały ciężar • łatwa aplikacja 	<ul style="list-style-type: none"> • rygorystyczne wymagania związane z przygotowaniem powierzchni, na których aplikowane ma być wzmocnienie • nieprzestrzeganie technologii wykonywania robót prowadzi do powstawania rys i spękań na elewacji
Zbrojenie murów	<ul style="list-style-type: none"> • duża wytrzymałość na rozciąganie • duża odkształcalność pozwalająca na znaczne przemieszczenia konstrukcji • stabilizacja i wzmocnienie nośności muru • niewielki stopień interwencji w mur 	<ul style="list-style-type: none"> • brak szczegółowych zaleceń dotyczących zasad stosowania zbrojenia • powstają odpady • naruszenie struktury ściany
Iniekcja żywicą poliuretanową	<ul style="list-style-type: none"> • duża przyczepność • duża elastyczność • odporność na działanie soli • odporność na działanie substancji agresywnych • odporność na starzenie się • dobra wzajemna tolerancja ze wszystkimi materiałami, z którymi może mieć styczność • duża wytrzymałość na ścinanie • przenosi naprężenia ściskające i rozciągające • tworzy skuteczną barierę przed wnikaniem wody i korozją • metoda nie wymaga wstępnego osuszania murów 	<ul style="list-style-type: none"> • wymaga zachowania reżimu technologicznego i prawidłowej kolejności prac • naruszenie struktury ściany • powstają odpady • jeden z droższych materiałów iniekcyjnych

[4] Program prac konserwatorskich dla elewacji i klatki schodowej budynku mieszkalnego przy ul. Śniadeckich 6- 6A w Poznaniu. 2017, Atlant Konserwacja i Restauracja Zabytków.

[5] Projekt budowlany. Termomodernizacja i remont budynku mieszkalnego wielorodzinnego wraz z zagospodarowaniem terenu przy ul. Śniadeckich 6-6a w Poznaniu. 2017. ENEPROJEKT. Poznań.

[6] WEBAC. 2016. Prospekt Naprawa rys i spękań.

[7] <https://inblock.com.pl/blog/zywica-epoksydowa-i-zywica-poliuretanowa-do-iniekcji-rys/>.

[8] Daniel Tokarski, Irena Iekiewicz. 2021. *Naprawy zabytkowych murów warsztami uzupełniającymi z dodatkiem biowęgla*. Białystok. Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej.

[9] https://www.aknapolska.polfirms.pl/img/docs/TECHNOLOGIA_OXYDTRON.pdf.

Przyjęto do druku: 21.02.2022 r.