

Przegląd metod i środków stosowanych historycznie oraz współcześnie w praktyce uzupełniania ubytków w metalach na przykładzie zabytków wykonanych ze stopów mosiężnych

ALINA TOMASZEWSKA-SZEWCZYK

Zakład Konserwacji Elementów i Detali Architektonicznych

Wydział Sztuk Pięknych, UMK w Toruniu

alina.tomaszewska-szewczyk@umk.pl

ORCID: 0000-0002-5334-1592

Keys words: artefacts, metal, filling losses

Słowa kluczowe: zabytki, metal, uzupełnianie ubytków

Abstract

An overview of historical and modern means and methods used to replace defects in metal objects: a case study of brass alloy objects

The article makes an attempt at classifying techniques used to replace defects in metal artefacts. Some of the methods reviewed were in use in the past, others have developed in the modern era with the advent of advanced welding methods, including plasma arc welding, and enable a high degree of precision. Some of these methods may be successfully used to restore art objects made of metal, their choice depending on the aim of the restoration work.

Abstrakt

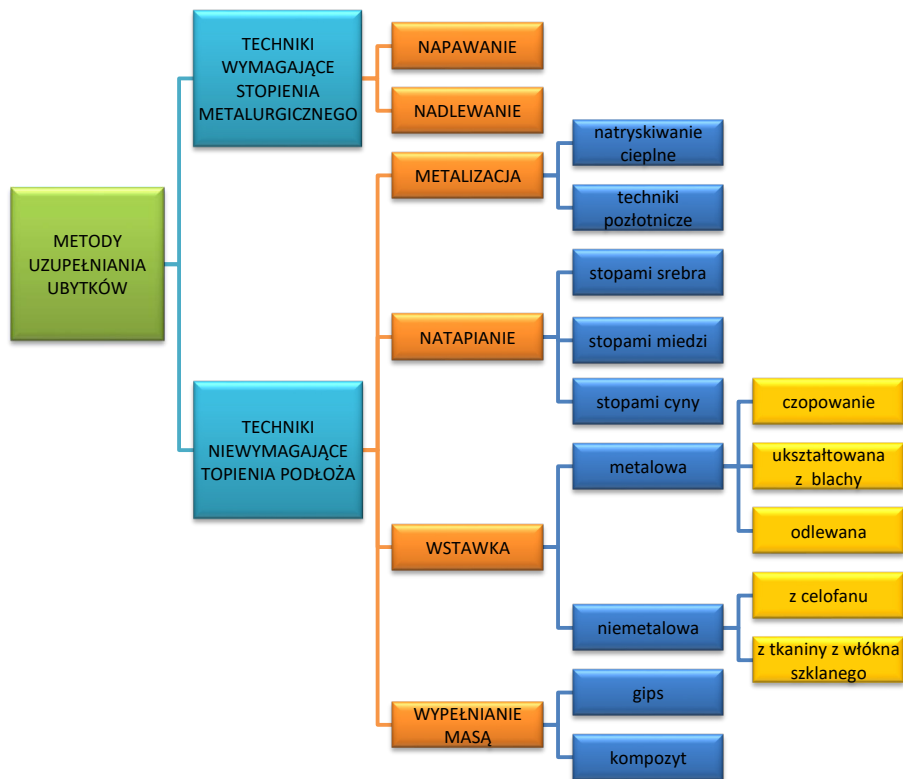
W artykule podjęto próbę klasyfikacji technik uzupełniania ubytków w zabytkach wykonanych ze stopów metali. Przedstawiono zarówno metody stosowane w dawniej-

szych czasach, jak i inne, które rozwinęły się współcześnie wraz z zaawansowaniem technik spawalniczych, w tym plazmowych, i pozwalają na bardzo precyzyjne działanie. Niektóre z opisanych metod mogą być z powodzeniem stosowane w konserwacji zabytków z metalu. O ich wyborze decyduje cel przeprowadzanych prac.

Właściwości wytrzymałościowe i technologiczne stopów mosiężnych pozwalały na ich wszechstronne zastosowanie. W zależności od składu stopowego przeznaczane były do obróbki plastycznej na gorąco i na zimno lub wykorzystane w odlewnictwie. Od starożytności sporządzano z nich przedmioty o wartości artystycznej, często o charakterze typowo użytkowym. Już na etapie wyrabiania mogły w nich powstać pewne defekty, takie jak wady odlewnicze (pęknięcia, niedolewy, spęcherzenia) albo miejscowa utrata własności mechanicznych wskutek zbyt mocnego przekucia blachy (zblaszkowanie), które wymagały napraw. Użytkowanie przedmiotów, przypadkowe i celowe zdarzenia, narażały je na mechaniczne uszkodzenia – deformacje, ale także pęknięcia i ubytki. Za ich destrukcję odpowiedzialne były również procesy korozyjne. Korozja naprężeniowa zachodząca w strukturze stopu w miejscach występowania naprężeń początkowo powoduje powstanie rys, następnie szczelin, z ich pojawieniem się tworzą się deformacje, aż dochodzi do oderwania się znacznych fragmentów zgodnie z siatką spękań. Wskutek korozji selektywnej o głębokim zasięgu może nastąpić rozwarstwienie mosiądzów, prowadzące do ich perforacji.

W przeszłości wszelkie uszkodzenia mosiężnych przedmiotów starano się naprawić, aby utrzymać ich funkcję użytkową. Teraz, kiedy mają one wartość historyczną, tworzą kolekcje muzealne, zakres napraw jest ściśle uwarunkowany ich koniecznością. Istotne znaczenie w doborze metody uzupełnienia ubytków ma technologia ich wykonania – gwarantująca estetykę, bezpieczeństwo korozyjne, a czasami przywrócenie wartości użytkowej. Klasyfikację metod uzupełniania ubytków¹ w zabytkach metalowych przedstawiono na rys. 1.

¹ Przedstawione w artykule historyczne przykłady uzupełnień poza płytami nagrobnymi zarejestrowano na zabytkach konserwowanych w Zakładzie Konserwacji Elementów i Detali Architektonicznych Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu



Rys. 1. Klasyfikacja metod uzupełniania ubytków w zabytkach metalowych. Rys. A. Tomaszewska-Szewczyk

1. Napawanie

Do naprawy uszkodzeń powierzchniowych, takich jak drobne ubytki, rysy, a także pęknięcia, stosuje się napawanie, czyli nanoszenie technikami spawalniczymi cienkich warstw metalu (napoiny). W wyniku tego procesu następuje metalurgiczne stopienie powłoki z materiałem podłoża. W konserwacji, ze względu na związaną z napawaniem poważną ingerencję w materiał zabytkowy, stosowanie tej metody jest bardzo ograniczone. Praktycznie używa się jej wyłącznie do naprawy zabytkowych mechanizmów, gdy konserwatorskim celem jest przywrócenie im funkcji użytkowych, a element z napoiną narażony jest na znaczne obciążenie mechaniczne.

2. Nadlewanie

Informację o naprawianiu przedmiotów techniką nadlewania, nazywaną współcześnie również spawaniem odlewniczym, można odnaleźć w traktacie *Diversarum artium schedula*. Jego autor przedstawił sposób postępowania przy uzupełnianiu niedolewek powstałych w trakcie odlewania kadzielnicy z mosiądzu. Miejsce występowania ubytku należało opiłować, następnie brakujący fragment wymodelować w wosku i zaformować tak, aby forma dobrze odtwarzała kształt uzupełnianego obszaru oraz umożliwiała dopływ do niego stopionego metalu. Jeżeli odlew nie zespoli się odpowiednio mocno z uzupełnianym przedmiotem, można go połączyć lutowaniem².

W trakcie procesu nadlewania przedmiot należy nagrzać. Odpowiednio wysoką temperaturę musi osiągnąć zwłaszcza w nadlewanej partii, aby wprowadzony metal stopił się w partii styków z uzupełnianym materiałem. Przy spełnieniu kilku warunków, w tym zastosowaniu materiału o zbliżonym składzie stopowym, uzyskamy nadlewkę o właściwościach nieodbiegających od uzupełnianego stopu (fot. 1–2).



Fot. 1–2. Miejsce uzupełniane metodą nadlewania; od lewa precyzyjne opracowanie reliefu i bez obróbki od drugiej strony. Fot. A. Tomaszewska-Szewczyk

² Teofil Prezbiter, *Diversarum artium schedula. Średniowieczny zbiór przepisów o sztukach rozmaitych*, tłum. Stanisław Kobiela (Kraków: Tyniec Wydawnictwo Benedyktynów, 1998), s. 115.

3. Metalizacja

Metalizacja polega na wykonaniu uzupełnienia przez pokrycie powierzchni stopu cienką metalową powłoką, jednak bez stapiania jej z materiałem podłoża. W pracach typowo technicznych stosuje się najczęściej technikę natryskiwania cieplnego, natomiast w konserwacji, gdy należy uzupełnić dekoracyjne warstwy złocień albo srebrzeń, wykorzystuje się techniki pozłotnicze odpowiednie dla powierzchni metalowej, w tym również galwaniczne. Tego typu uzupełnienia mają poprawić głównie estetykę przedmiotu.

4. Natapianie

Szczeliny, pęknięcia oraz drobne ubytki naprawiano natapianiem, czyli wypełniano je płynnym metalem bez topienia podłoża. Zabiegi te wykonywano stopami srebra (fot. 3–4), a także cyny i ołowiu (fot. 5–10). Poważną wadą tej metody jest związane z nią zagrożenie rozwojem korozji galwanicznej³. W praktyce uzupełnienie wykonuje się z nadlewaniem, co – również wobec znacznej różnicy kolorystycznej – jest trudne do zaakceptowania ze względów estetycznych. Wypełnienie stopem srebra z czasem staje się mniej widoczne, ponieważ wskutek korozji chemicznej pokrywa się on ciemnymi siarczkami i kolorystycznie scala się z warstwą pasywacyjną występującą na mosiądzu. Natapianie wiąże się z jeszcze jednym negatywnym następstwem rozłożonym w czasie. Jest nim dyfuzja natapianego metalu w uzupełniany stop. Na uzupełnionym materiale powstają nieodwracalne zaplamienia.



Fot. 3–4. Uzupełnienia w gotyckich misach wykonane metodą natapiania stopem srebra. Fot. A. Tomaszewska-Szewczyk

³ Korozja galwaniczna (stykowa, kontaktowa) zachodzi, gdy pozostające w kontakcie metale mają różne współczynniki potencjału standardowego redoks.



Fot. 5–10. Uzupełnienia w gotyckich misach wykonane metodą natapiania stopem cyny. Fot. A. Tomaszewska-Szewczyk

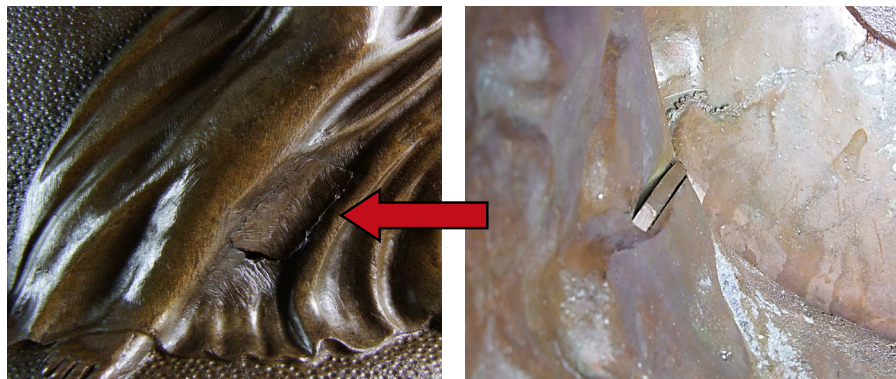
5. Uzupełnianie wstawką

Ubytek o względnie regularnym kształcie można uzupełnić metalową wstawką. Do naprawy niektórych drobnych wad odlewniczych stosowane jest czopowanie. Wadliwe fragmenty usuwane są wierceniem, a w powstałe otwory wkręca się gwintowane czopy, zwane również brokami (od nich pochodzi nazwa techniki – brokowanie). Sporządzane są ze stopu o składzie zbliżonym

do uzupełnianego materiału. Po wkręceniu rozklepuje się główki i nadaje im odpowiednią fakturę (fot. 11). Miejsce ubytku zasklepiano też używając płaskownika (fot. 12–13).

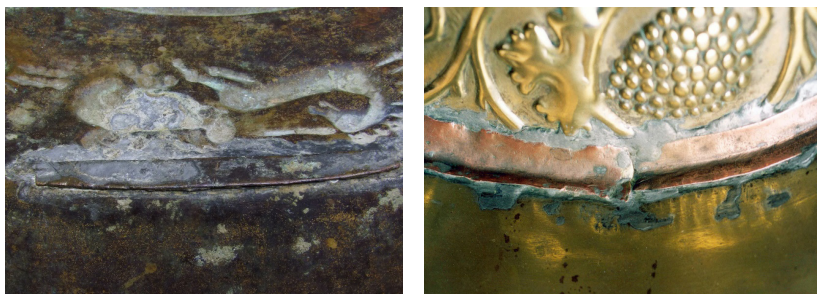


Fot. 11. Uzupełnienie taszki szpady wykonane czopowaniem (brokowaniem). Fot. A. Tomaszewska-Szewczyk



Fot. 12–13. Miejsce uzupełnienia wykonanego wbiciem i rozklepaniem płaskownika; od lica opracowanie reliefu od odwrotnej strony pozostawienie bez obróbki. Fot. A. Tomaszewska-Szewczyk

Dawniej rozległe pęknięcia i duże ubytki uzupełniano wstawką z blachy, stosując do mosiądzów blachę miedzianą lub mosiężną. Wykonanie takiego wypełnienia wiązało się z nadaniem uzupełnianemu miejscu prostej formy geometrycznej. Wstawkę łączono z przedmiotem najczęściej lutowaniem dochołowo na „jaskółczy ogon”, a także na zakładkę (fot. 14–15). Inną techniką stosowaną w łączeniu wstawki było nitowanie (fot. 16), które wymagało wykonania w przedmiocie otworów w miejscach przeprowadzenia nitów.



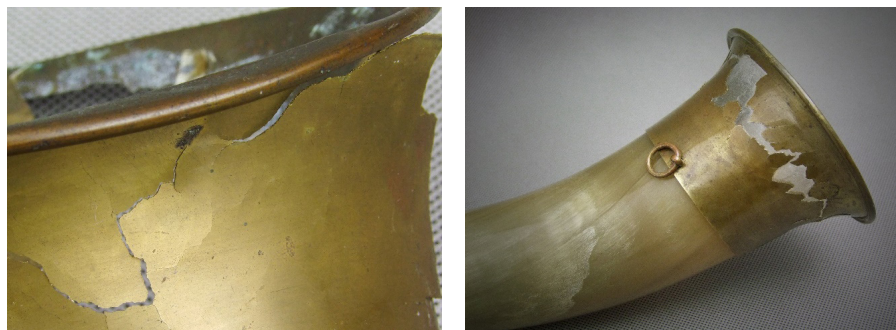
Fot. 14–15. Uzupełnienia wykonane w gotyckich misach wlutowaną wstawką z blachy.
Fot. A. Tomaszewska-Szewczyk



Fot. 16. Przynitowana do gotyckiej misy wstawka z miedzianej blachy. Fot. A. Tomaszewska-Szewczyk

Metalową wstawkę można wykonać również metodą odlewania. Formę do odlewu sporządza się z gipsowego modelu, który trzeba przygotować większy o tyle procent, ile wynosi skurcz odlewniczy stopu. Jest to znaczne utrudnienie w stosowaniu tej metody. Sporządzony odlew można wlutować lub wkleić.

Gdy należy wyeksponować stan zachowania zabytku, a niestety jego forma jest niestabilna – co często dotyczy znalezisk archeologicznych, do uzupełniania ubytków stosuje się materiały przejrzyste (fot. 17–18). Dawniej korzystano z celofanu⁴, później został wyparty przez łatwą w modelowaniu tkaninę z włókna szklanego. Innym sposobem jest naklejanie zachowanych części zabytku na zrekonstruowaną jego formę ze szkła organicznego⁵.



Fot. 17–18. Stabilizacja pęknięć i ubytków w mosiężnym zakończeniu rogu tkaniną z włókna szklanego. Fot. A. Tomaszewska-Szewczyk

6. Uzupełnianie masami

Do uzupełniania ubytków stosuje się również różne masy plastyczne, wykorzystując specyficzne możliwości zarówno tych substancji, jak i związane z charakterem zabytku. W użyciu są kity bitumiczne, na bazie żywic naturalnych, a nawet gips. Brakujące metalowe elementy nagrobka księcia legnickiego Wacława II wykonano z gipsu pokrytego warstwą malarską dającą efekt patyny na stopie miedzi (fot. 19). Tego typu uzupełnienie dobrze wchłania wodę i długo ją oddaje, w rezultacie, pozostając w kontakcie z metalem, inicjuje procesy korozyjne.

⁴ Marian Lesiak, „Konservacja kielicha srebrnego z drugiej połowy XII w.”, w „Konservacja zabytków metalowych”, *Biblioteka Muzealnictwa i Ochrony Zabytków. Seria B 5* (1963): 192.

⁵ Janusz Lehmann, „Chemia w ekspertyzie i konserwacji zabytków z materiałów nieorganicznych”, *Biblioteka Muzealnictwa i Ochrony Zabytków. Seria B 50* (1978): 159–160.



Fot. 19. Uzupełnienie metalowej aplikacji płyty nagrobnej nagrobka księcia legnickiego Wacława II z kościoła św. Jakuba w Nysie wykonane gipsem malowanym na brązowo i zmiany korozyjne powstałe w wyniku kontaktu tego materiału ze stopem miedzi. Fot. A. Tomaszewska-Szewczyk

Z kolei w trakcie konserwacji w latach sześćdziesiątych XX wieku metalowych aplikacji płyty nagrobnej biskupa Pawła Legendorfa z kościoła św. Katarzyny w Braniewie, zniszczonych w czasie drugiej wojny światowej, ubytki uzupełniono masą bazującą na żywicy epoksydowej dianowej Epidian 5 utwardzanej trietylenotetraaminą z wypełniaczem w postaci brązowych opiłków (fot. 20–21)⁶.

⁶ Zbigniew Brochwicz i Wiesław Domasłowski, „Dokumentacja prac konserwacyjnych płyty brązowej biskupa P. Legendorfa z Braniewa” (maszynopis, Archiwum Zakładu Konserwacji Elementów i Detali Architektonicznych).



Fot. 20–21. Uzupełnienia płyty biskupa Legendorfa wykonane w latach 60. kompozytem epoksydowym (strzałkami zaznaczono przykładowe miejsca). Fot. A. Tomaszewska-Szewczyk

W latach siedemdziesiątych Hannah Lane⁷ zaproponowała inny sposób uzupełniania zabytków wykutych z cienkiej blachy – podklejanie ubytków tkaniną w włókna szklanego, na którą zakłada się podbarwianą żywicę poliesterową.

Obecnie używa się kompozytów na bazie żywic sztucznych z odpowiednimi wypełniaczami. Ich zaletą są duże możliwości upodabniania uzupełnianego miejsca do oryginalnej powierzchni. W masach przeznaczonych do mosiądzu jako wypełniacz wykorzystuje się mosiężne opiłki. Dodatki mineralnego złota (łyszczki pokryte tlenkami metali) pozwalają osiągnąć zróżnicowanie kolorystyczne odpowiadające różnym stopom mosiężnym. Opiłki można poddawać zabiegowi sztucznego patynowania lub dodawać do masy odpowiednie pigmenty – ten sposób wybiera się wtedy, gdy uzupełnia się zabytek, którego powierzchnia pokryta jest patyną. Unifikację kolorystyczną można również uzyskać stosując patynowanie chemiczne po wykonaniu uzupełnienia.

W praktyce wypełnianie ubytku przeprowadza się po zabiegach usuwania nawarstwień, odtłuszczeniu powierzchni i antykorozyjnym zabezpieczeniu.

⁷ Hannah Lane, „The Restoration of Thin Metal Vessels Using Glass-Fiber and Polyester Resin”, *Studies in Conservation* 19 (1974): 227–232.

W przypadku występowania perforacji należy wykonać laminat z tkaniny z włókna szklanego lub podkleić odpowiednio wyprofilowaną cienką blachą. Dla zwiększenia przyczepności masy do uzupełnianej powierzchni nanosi się na nią cienką warstwę żywicy używanej jako spoiwo. W dalszej kolejności wykonuje się uzupełnienie. Po związaniu masy można je opracowywać materiałami ściernymi nadając odpowiednią fakturę.

Złożonym problemem pod względem zarówno etycznym, estetycznym, jak i technicznym, była rekonstrukcja formy płyt nagrobnych Piotra II Nowaka i Rudolfa z Rüdesheim z katedry wrocławskiej. Nagrobki zostały rozbite i zdeformowane przez spadające fragmenty dachu i sklepień świątyni zombardowanej w trakcie drugiej wojny światowej, częściowo strawione przez ogień i zniszczone przez korozję ogniową. Wymagały przywrócenia wartości wystawienniczych.

Zgodnie z przyjętym założeniem, odtworzenie brakujących fragmentów miało dawać potencjalnemu odbiorcy wyobrażenie o tym, co pierwotnie płyty przedstawiały. Koncepcja formy uzupełnień wyglądała następująco: partie wynikające wprost z rozrzeźbienia, na przykład udrapowanie szat bądź powtarzające się motywy (m.in. detale architektoniczne), modelowano tak samo jak oryginał, ale dla odróżnienia bez fakturowania. Natomiast brakujące kwatery oraz fragmenty o nieznanym modelu pokazano w sposób uproszczony w technice rytowania na podstawie dokumentalnych fotografii sprzed zniszczenia⁸. Jeśli chodzi o techniczną stronę rekonstrukcji, drobne uzupełnienia wykonano kompozytem żywicy epoksydowej Epidian 5 utwardzanej adduktem tegoż polimeru i Utwardzacz Z-1 z proszkiem mosiężnym o granulacji 0,16–0,25 mm. Ilość spoiwa określono na podstawie optymalnych właściwości plastycznych masy pozwalających na wygodne uzupełnianie ubytków. Natomiast brakujące kwatery oraz duże ubytki odlano z mosiądzu. Do łączenia poszczególnych fragmentów i odlewów oraz do podklejania pęknięć użyto żywicy epoksydowej. Od tyłu miejsca łączy wzmocniono laminatem z tkaniny z włókna szklanego. Dodatkowo kwatery rozbite na kilka kawałków naklejono na mosiężną blachę (fot. 22–24).

⁸ Na podstawie reprodukcji zdjęć z końca XIX w. autorstwa Jungnitza.



Fot. 22–24. Wykonanie uzupełnień w płycie nagrobnej Piotra II Nowaka z katedry wrocławskiej wstawkami odlanymi z mosiądzu oraz kompozytami polimerowymi. Od lewej kolejno: gipsowe modele, mosiężne wstawki i uzupełnienia kompozytami polimerowymi, unifikacja kolorystyczna uzupełnień formy. Fot. M. Głowacki, A. Tomaszewska-Szewczyk

Rekonstrukcja formy jest jednym z trudniejszych zabiegów w postępowaniu konserwatorskim. Wymaga podejmowania rozważnych działań zarówno co do doboru techniki uzupełnień, jak i koniecznego zakresu prac rekonstrukcyjnych. Celem jest przywrócenie zabytkowi wartości wystawienniczych, a czasami także funkcji użytkowej.

Bibliografia

Brochwicz, Zbigniew, i Wiesław Domasłowski. „Dokumentacja prac konserwacyjnych płyty brązowej biskupa P. Legendorfa z Braniewa”. Maszynopis, Archiwum Zakładu Konserwacji Elementów i Detali Architektonicznych.

- Lane, Hannah. „The Restoration of Thin Metal Vessels Using Glass-Fiber and Polyester Resin”. *Studies in Conservation* 19 (1974): 227– 232.
- Lesiak, Marian. „Konserwacja kielicha srebrnego z drugiej połowy XII w.”, w „Konserwacja zabytków metalowych”. *Biblioteka Muzealnictwa i Ochrony Zabytków. Seria B* 5 (1963).
- Lehmann, Janusz. „Chemia w ekspertyzie i konserwacji zabytków z materiałów nieorganicznych”. *Biblioteka Muzealnictwa i Ochrony Zabytków. Seria B* 50 (1978).
- Teofil Prezbiter. *Diversarum artium schedula. Średniowieczny zbiór przepisów o sztukach rozmaitych*. Tłumaczenie Stanisław Kobielus. Kraków: Tyniec Wydawnictwo Benedyktynów, 1998.