



# Wykonanie kopii odlewu autorstwa T.E. Kalide pt. „Bachantka na panterze”

A. Stojczew \*, J. Szajnar, A. Michalski

Katedra Odlewnictwa, Wydział Mechaniczny Technologiczny,  
Politechnika Śląska, ul. Towarowa 7, 44-100 Gliwice, Polska

\*Kontakt korespondencyjny. e-mail: astojczew@polsl.pl

Otrzymano 30.06.2014; zaakceptowano do druku 22.08.2014

## Streszczenie

Pomimo niepohamowanego rozwoju w dziedzinie inżynierii materiałowej oraz technologii wytwarzania w XXI wieku nadal niezastąpiona jest manualna praca człowieka. Poniższy artykuł przedstawia zakres prac związanych z wykonaniem gipsowej kopii odlewu artystycznego pt. „Bachantka na panterze”, powstałego w 1853 roku na podstawie rzeźby T. E. Kalide, znanego artysty – odlewnika. Artykuł unocznia problemy związane z wykonaniem matrycy na wielopłaszczyznowy odlew bez możliwości podzielenia go na części, wskazuje kryteria doboru użytych podczas pracy materiałów w taki sposób, aby nie uszkodzić chemicznie lub mechanicznie oryginału. Dodatkowo dokonano weryfikacji metodologii wykonania odlewu w celu wyeliminowania niedolewów, zapowietrzeń i innych wad odlewniczych. Podczas pracy wykonano wieloczęściową, elastyczną matrycę silikonową zabezpieczoną przed odkształceniami za pomocą panczerza gipsowego. Kopię „Bachantki na panterze” wykonano z gipsu protetycznego IV klasy twardości a następnie, w celu nadania jej zbliżonych do oryginału walorów wizualnych, pomalowano ją farbą akrylową imitującą mosiądz. Zgodność z oryginałem została określona przez zleceniodawcę na poziomie 99% co w przypadku kopii daje wynik bardzo dobry. Wykonana matryca elastyczna może posłużyć w przyszłości do wykonania kolejnej kopii.

**Słowa kluczowe:** Odlewnictwo artystyczne, Kauczuki silikonowe, Odlew gipsowy, Forma silikonowa

## 1. Wprowadzenie

„Bachantka na panterze” T. E. Kalide to jedno z najbardziej kontrowersyjnych dzieł w dziejach sztuki rzeźbiarskiej. Urodzony w 1801 roku w Królewskiej Hucie (niem. Königshütte) Theodor Erdmann Kalide [7] tym jednym dziełem przekreślił całą swoją karierę i wcześniejszy dorobek, któremu zawdzięczał tytuł królewskiego rzeźbiarza. Zamówiona przez Franza von Wincklera, szwagra Kalide, rzeźba w marmurze (rys. 1) wywołała powszechne oburzenie i zgorzienie. Emanowała zbyt potężną dawką zmysłowości i erotyzmu jak na tamte czasy, co dodatkowo zostało spotęgowane faktem, że modelką pozującą do dzieła była kochanka artysty. Po wielu perypetiach rzeźba w końcu trafiła do Berlińskiej Galerii Narodowej, natomiast

obecnie znajduje się w berlińskim Muzeum Karla Friedricha Schinckla w kościele Friedrichswerder [6][7].

Aktualnie odlew „Bachantki...” znajduje się w zbiorach należących do prywatnej osoby. W 2014 roku po uzyskaniu pozwolenia właściciela przez Muzeum Gliwice Katedra Odlewnictwa Politechniki Śląskiej podjęła się wykonania kopii gipsowej wyżej wymienionego dzieła.

Według opinii pracowników Muzeum w Gliwicach obecnie prezentowana „Bachantka na panterze” wygląda na dzieło odlane wg modelu z epoki [12]. Co prawda konserwator sztuki nie stwierdził czy odlew powstał jeszcze w XIX, czy już w XX wieku, lecz ze względu na możliwość multiplikacji odlewów artystycznych, w których koncepcją pierwotną tzw. „źródło” i „tchnienie” artysty pozostaje zawsze autorski model natomiast

wykonanie zależy już tylko od kunsztu i biegłości technicznej wykonawcy.



Rys. 1. Pozostałości rzeźby Kalide „Bacchantka na panterze” wykonanej w marmurze[3]

Po wstępnych oględzinach ustalono stan odlewu (rys. 2) na bardzo dobry. Zauważono jedynie nieliczne wady powierzchni, które wystąpiły pod wpływem działań mechanicznych bądź zmiennych naprężeń występujących w odlewie podczas zmian temperatury otoczenia oraz przemieszczania odlewu w minionych latach.

Wśród widocznych uszkodzeń powierzchni można rozróżnić mechaniczne (zadrapania i wgniecenia), przebarwienia oraz delikatne rozszczelnienia na powierzchniach łączenia poszczególnych części odlewu.

Widoczne linie łączenia poszczególnych elementów odlewów oraz sam wybór tego podziału świadczy o wykonaniu odlewu metodą formowania w sztukach. Łączenia były wykonane za pomocą lutowania oraz kołkowania.



Rys 2. Odlew „Bacchantka na panterze” T. Kalide. Po prawej stronie podstawy jest widoczny napis świadczący o autorstwie rzeźby: „T. KALIDE: INV.”

## 2. Metodyka pracy oraz użyte materiały

Podczas prac założono wykonanie matrycy silikonowej wieloczęściowej wraz z pancierzem gipsowym. Ze względu na zabytkowy charakter obiektu w początkowej fazie wykonano

próby, które miały wykazać ewentualne interakcje z podłożem odlewu. Próby wykonano z zastosowaniem kauczuku silikonowego, gipsu stomatologicznego II klasy twardości, glinki przemysłowej Marsclay tzw. czerwonej oraz plasteliny. Wszystkie poddane próbie materiały zostały zakwalifikowane jako neutralne i tym samym spełniły warunki dopuszczające je do użytku podczas pracy.

### 2.1. Charakterystyka poszczególnych materiałów użytych do prac podczas wykonywania kopii odlewu

#### Kauczuk silikonowy

Kauczuki silikonowe należą do grupy polimerów krzemoorganicznych (silikonów). Posiadają one właściwości zarówno związków krzemu jak i wielocząsteczkowych związków tworzyw sztucznych.

Główne własności kauczuków silikonowych to [9]:

- duży zakres twardości,
- doskonała elastyczność,
- wysoka wytrzymałość na rozciąganie i rozrywanie,
- wysoka odporność chemiczna oraz termiczna,
- mały skurcz liniowy i znakomita odwzorowalność,
- obojętność fizjologiczna,
- doskonała odporność na działanie promieni UV, ozonu i wpływów atmosferycznych,
- duża przepuszczalność gazów,
- dobre własności dielektryczne,
- dobre parametry mechaniczne: wytrzymałość na rozciąganie: od 1 do 8MPa, wydłużenie względne: od 100 do 650%, skurcz liniowy: od 0,1 do 2%.

Dodatkiem zwiększającym szybkość sieciowania silikonu jest dodatek w postaci katalizatora (5% cz. wag [9]). Rozróżniamy 2 rodzaje katalizatorów, którymi możemy regulować czas w jakim nastąpi pełne sieciowanie kauczuku silikonowego. W pracy zastosowano również dodatki tiksotropowe zmniejszające lejność silikonu dzięki czemu przyjmuje on postać gęstszej pasty umożliwiając nakładanie silikonu w sposób szybki i prosty oraz uzyskanie odpowiedniej grubości matrycy (min. 5 mm).

#### Gips dentystyczny - protetyczny

Gips dentystyczny – protetyczny to spoiwo gipsowe, składające się z półwodnego siarczanu wapnia i modyfikatorów, będącymi substancjami barwiącymi i zapachowymi. Składa się z mieszaniny hemihydratu siarczanu wapnia i materiałów ogniotrwałych, np. krzemionki. Można wyróżnić 5 klas twardości gipsu dentystycznego [4]:

- klasa 1 - gips dentystyczny wyciskowy,
- klasa 2 - gips dentystyczny modelowy,
- klasa 3 - gips dentystyczny twardy,
- klasa 4 - gips dentystyczny twardy kamienny, o dużej wytrzymałości, o małej rozszerzalności,
- klasa 5 - gips dentystyczny twardy kamienny, o dużej wytrzymałości i rozszerzalności.

W poniższej tabeli (tabela 1) przedstawiono wymagania stawiane dentystycznym odlewniczym masom formierskim.

Tabela 1.  
Wymagania EN ISO 7490 dla dentystycznych odlewniczych mas formierskich [8]

Właściwości	Typ gipsu dentystycznego	
	Typ 1	Typ 2
	Wymagania	
Wygląd proszku	Jednorodny, bez obcych substancji i zbryleń	
Rozpływ (średnica rozprylu)	≥60	≥40
Czas wiązania	Różnica od wartości podanej przez producenta ≥20% (jeśli producent podaje przedział czasu wiązania, to środek tego przedziału uznaje się za wartość deklarowaną przez producenta)	
Rozszerzalność liniowa podczas wiązania [%]	Różnica od wartości podanej przez producenta ≤20% (jeśli producent podaje przedział rozszerzalności liniowej, to środek tego przedziału uznaje się za wartość deklarowaną przez producenta)	
Wytrzymał. na ściskanie (po 2h) [N/mm <sup>2</sup> ]	≥2,3	≥2,6
Liniowa rozszerzalność cieplna	Różnica od wartości podanej przez producenta ≥20% (jeśli producent podaje przedział liniowej rozszerzalności cieplnej, to środek tego przedziału uznaje się za wartość deklarowaną przez producenta)	

Rozpuszczalność gipsu wzrasta wraz ze wzrostem temperatury wody do 50°C, a powyżej tej temperatury rozpuszczalność spada. Podczas tężenia dochodzi do powstawania iglastych, przeplatających się nawzajem kryształów gipsu [5]. Procesowi twardnienia towarzyszy znaczne wydzielanie ciepła i zwiększanie objętości [4].

Na twardość stężałego gipsu wpływa :

- kształt kryształów,
- wielkość kryształów (im większe kryształy tym twardszy gips),
- proporcje gipsu do wody, w której został on rozpuszczony – zbyt duża ilość dodanej wody powoduje rozluźnienie wiązań między kryształami oraz znaczną porowatość.

#### Glinka przemysłowa Marsclay

Gлина techniczna jest stosowana zarówno podczas prac projektowych jak i technicznych już od 1920 roku [13]. Materiał różni się zasadniczo od zwykłej gliny o wiele lepszymi właściwościami mechanicznymi oraz użytkowymi.

Cechy charakterystyczne gliny Marsclay medium:

- kolor brązowy,
- temperatura pracy 55 - 60°C,
- naturalny zapach,
- niepodatna na wysychanie,

- łatwość łączenia się z innymi materiałami,
- łatwość obróbki,
- nie zawiera szkodliwych substancji toksycznych,
- twardość średnia.

Właściwości techniczne:

- gęstość 1,45 g/cm<sup>3</sup>,
- skurcz liniowy  $2,8 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$  (przy ochłodzeniu od 60°C do 22°C),
- długość życia nieograniczona przy nieprzekraczaniu temperatury pracy 60°C,
- nierozpuszczalna w wodzie; częściowo rozpuszczalna w organicznych rozpuszczalnikach,
- model może być kształtowany ręcznie lub maszynowo.

Na podstawie własnych obserwacji zauważono nie przywieranie do powierzchni silikonu, gipsu oraz brak wpływu powyższych substancji na własności gliny (plastelina wchodzi w reakcję chemiczną z silikonem powodującą jej degradację).

## 2.2. Wykonanie matrycy silikonowej

Podczas analizy kształtu odlewu dokonano ustaleń dotyczących przebiegu podziału poszczególnych części matrycy. Ze względu na wielopłaszczyznowy kształt oraz występowanie wielu ujemnych pochyleń i przejść, które w znaczny sposób komplikują rozbieranie matrycy na późniejszym etapie, zdecydowano się na wykonanie matrycy cienkościennej dzielonej wielokrotnie wraz z zastosowaniem metody klinowej stosowanej w rzeźbiarstwie [1][2][10]. Poszczególne części matrycy były oddzielane od siebie za pomocą gliny przemysłowej, która spełniała rolę fałszywki (rys. 3).



Rys. 3. Linia podziału wyznaczona za pomocą gliny przemysłowej.





Rys. 4. Oblewanie odlewu silikonem. Tworzenie warstwy przymodelowej z płynnego kauczuku silikonowego



Rys. 5. Widok na wykonaną pierwszą część matrycy silikonowej wraz z widocznymi zaczepami pozycjonującymi ją podczas składania w pancerzu gipsowym

Wykonana w analogiczny sposób matryca składa się z 6 części oraz 7 części pancerza usztywniającego i pozycjonującego całość (rys. 6). Pancierz został wykonany z gipsu stomatologicznego II klasy twardości ze zbrojeniem z tzw. bandaża chirurgicznego.

W celu uzyskania większej precyzji odwzorowania oraz zminimalizowania rozszczelnień na łączeniach poszczególnych części matrycy spowodowanych przesunięciem się pancerza podczas składania zastosowano śruby mocujące oraz płaskowniki (rys. 7).

### 2.3. Zalewanie matrycy

Matryca silikonowa została przygotowana do zalania poprzez szereg zabiegów uszczelniających oraz poziomujących (rys. 8) a następnie do wybranych, metodą analizy przebiegu procesu wypełniania formy ciekłym gipsem, wnek (pełniących w tym przypadku układ doprowadzający) wiano rozpuszczony w wodzie gips IV klasy twardości w proporcjach 1:3,5 (wagowo).



Rys. 6. Widok na ułożone w pancerzu gipsowym elementy matrycy silikonowej



Rys. 7. System mocujący oraz zapewniający wystarczającą sztywność zestawu podczas zalewania matrycy silikonowej



Rys. 8. Wypoziomowana i uszczelniona matryca, przygotowana do zalewania gipsem



Rys. 9. Zalewanie matrycy gipsem IV klasy twardości



Rys. 11. Kopia odlewu „Bachantka na panterze” T. E. Kalide

## 2.4. Kopia odlewu

Jakość powierzchni wykonanego w powyższy sposób odlewu gipsowego została oceniona pozytywnie i zakwalifikowano odlew do obróbki wykańczającej. Na odlewie wystąpiły nieliczne zapowietrzenia oraz zalewki na linii podziału matrycy (rys. 10), co było przewidziane na etapie projektowania matrycy.



Rys. 10. Odlew gipsowy po wyciągnięciu z matrycy

## 3. Wynik

Na życzenie zlecającego zdecydowano się na pokrycie odlewu gipsowego warstwą farby akrylowej ochronno – dekoracyjnej imitującej kolorystycznie miedź (rys. 11).

## 4. Wnioski

Jednym z podstawowych założeń pracy było wykonanie wiernej kopii na podstawie oryginału – odlewu. Wynik pracy został oceniony wysoko (zgodność z oryginałem na poziomie 99%) dzięki czemu można wysnuć wniosek o prawidłowym doborze technologii wytwarzania oraz materiałów wybranych do zrealizowania dzieła. Dodatkowo konkluzje dotyczące pracy to:

1. Podczas analizy podziału matrycy brano pod uwagę takie aspekty jak możliwość jak najdokładniejszego odwzorowania oraz minimalizację ryzyka uszkodzenia odlewu oryginalnego oraz gipsowego. Cel osiągnięto poprzez odpowiednie wyznaczenie linii podziału matrycy, wykonanie cienkościenniej elastycznej formy silikonowej oraz zastosowanie metody klinowej ograniczającej oddziaływanie sił zginających na model.



2. Podczas prac badawczych sprawdzających leżność uwodnionego gipsu, przeznaczonego w tym przypadku do nietypowego zastosowania, stwierdzono, że właściwe proporcje gipsu w stosunku do wody to (3,5:1). Umożliwiło to wypełnienie formy oraz odpowietrzenie gipsu przed pełnym jego związaniem, dzięki czemu nie wystąpiły wady odlewnicze w postaci niedolewów i zapowietrzeń.
3. Zastosowany na odlew gips modelowy spełnił wymagania wytrzymałościowe oraz estetyczne pod względem jakości powierzchni.

## Literatura

- [1] Cholewa, M. i inni (2008). *Wybrane procesy odlewnicze. Laboratorium*. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.
- [2] Gawroński, J., Stawarz, M., Szajnar, J., Wojarski T. (2013). *Odlewnictwo artystyczne. Formowanie i odlewanie w sztukach oraz metodą wytapianych modeli*. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.
- [3] Gorońska, A. (2014). *Mizuumi Soup 's*. Retrived March 20<sup>th</sup> 2014 from <http://mizuumi.soup.io/post/289155467/Bachantka-na-panterze-Theodor-Erdmann-Kalide-1801>.
- [4] Kordasz, P. Walanek, Z. (1983). *Materiałoznawstwo protetyczno – stomatologiczne*. Warszawa: Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich.
- [5] Lewandowski, J.L. (1997) *Tworzywa na formy odlewnicze*. Kraków: Wyd. Akapit.
- [6] Muzeum w Gliwicach.. Retrieved February 2nd from [http://www.muzeum.gliwice.pl/bachantka/\(25.02.2014\)](http://www.muzeum.gliwice.pl/bachantka/(25.02.2014)).
- [7] Parafia Św. Krzyża Bytom-Miechowice. (2012). *Theodor Kalide*. Retrieved March 5th 2014 from [http://www.swkrzyz.bytom.pl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=255&Itemid=141&limitstart=2](http://www.swkrzyz.bytom.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=255&Itemid=141&limitstart=2) (05.03.2014).
- [8] PN-EN ISO 7490:2002. *Dentystyczne odlewnicze masy formierskie ze spoiwem gipsowym*
- [9] Zakład Chemiczny „Silikony Polskie” Sp. z o.o. *Kauczuki silikonowe RTV-2*. Retrieved March 20th 2014 from [Silikonypolskie.pl](http://www.silikonypolskie.pl).
- [10] Wolski, Z. (1990) *Technologia. Sztukatorstwo*. Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne.
- [11] Rubber.pl. (14.05.2006). *Kauczuki silikonowe*. Retrieved March 20th 2014 from <http://rubber.pl/artykuly/rubber-review/4812/kauczuki-silikonowe.html>.
- [12] Moje miasto MM Silesia. (16.12.2009). *Theodor Erdmann Kalide – rzeźbiarz brązu i żelaza*. Retrieved March 3rd 2014 from <http://www.mmsilesia.pl/247296/2009/12/16/theodor-erdmann-kalide--rzezbiarz-brazu-i-zelaza?category=news>.
- [13] Eberhard Faber (18.06.2014). *Industrial Design Clay*. Retrieved Juni 25th 2014 from <http://laden13.de/f0efdc0.htm#len>

# Duplication of Art Casting “Bachantka na panterze” by T.E. Kalide

## Abstract

Though unrestrained development of material engineering and manufacturing technology in XXI century manual labor of men is still irreplaceable. The article presents the case of manufacturing of plaster cast copy of art casting „Bachantka na panterze”, created in 1853 based on sculpture by T. E. Kalide, well known artist - foundry man. The article presents problems of making multidimensional matrix on indecomposable cast, points the materials selection criteria which can be safely used during the work, ensuring that any mechanical or chemical damage of original cast is made. Additionally verification of casting methodology was made to eliminate misruns, gaseous pores and other casting defects. During the work multidimensional, flexible, silicon matrix was made secured from deformation by gypsum armor. The copy of „Bachantka na panterze” was made of prosthetic gypsum of IV<sup>th</sup> class hardness, painted with acrylic paint imitating brass color to look like original one. The compliance with the original casting was estimated at 99% by the founding institution, what is a very good result. The matrix can be used in future to make another copy.