

**ZASTOSOWANIE ODLEWANIA ODŚRODKOWEGO DO
WYKONYWANIA CIENKOŚCIENNYCH ODLEWÓW
PRECYZYJNYCH**

A. KARWIŃSKI¹, P. WIELICZKO², W. LEŚNIEWSKI³
Instytut Odlewnictwa w Krakowie

STRESZCZENIE

W artykule omówiono prace związane z wykonaniem odlewu wirnika pompy hydraulicznej przy pomocy techniki odlewania odśrodkowego. Przedstawiono dobór materiałów do wykonania matryc modelu odlewniczego oraz mas do sporządzenia form odlewniczych. Właściwy dobór materiałów pozwolił na opracowanie technologii wykonywania odlewów wirnika. Konsekwencją prac było wykonanie doświadczalnych odlewów.

Keywords: centrifugal casting process, thin-walled investment castings, wax patterns.

1. ODLEWANIE ODŚRODKOWE

Odlewanie metalu do form wirujących polega na wykorzystaniu do kształtowania odlewu siły odśrodkowej działającej na metal w wyniku wirowania formy. Ten sposób odlewania jest nazywany odlewaniem odśrodkowym.

Rozróżnia się trzy rodzaje odlewania odśrodkowego:

- odlewanie odśrodkowe właściwe, w którym oś odlewu pokrywa się z osią wirowania formy; zewnętrzna powierzchnia odlewu przyjmuje w tym przypadku kształt wnęki formy, a powierzchnia wewnętrzna swobodna kształtuje się w wyniku działania siły odśrodkowej na poszczególne cząsteczki krzepnącego metalu.

¹ kierownik Z-du Prototypowania Odlewów i Projektowania Zaawansowanych Technologii,
doktor inżynier, e-mail: akarw@iod.krakow.pl

² asystent, magister inżynier, e-mail: wieliczp@iod.krakow.pl

³ asystent, magister inżynier, e-mail: wles@iod.krakow.pl

- odlewanie półodśrodkowe, przy którym oś odlewu pokrywa się z osią wirowania, ale powierzchnię wewnętrzną odtwarzają rdzenie ustawione w wirującej formie.
- odlewanie pod ciśnieniem odśrodkowym, w którym odlew jest odtwarzany we wnękach kilku form rozłożonych wokół wlewu głównego, który stanowi oś wirowania całego układu.

Oś wirowania może być pionowa, pozioma lub pochyła. W niektórych przypadkach, np. przy odlewaniu odśrodkowym kul, forma jest poddana wirowaniu wokół kilku osi równocześnie. Odlewanie odśrodkowe z poziomą osią wirowania jest stosowane najczęściej do odlewania rur. Ponadto, metodą tą wykonuje się odlewy tulejek, pierścieni, wałków, kół zębatach, i jezdnych oraz drobne elementy maszyn.

W porównaniu z odlewaniem grawitacyjnym w formach piaskowych, odlewanie odśrodkowe daje następujące korzyści:

- rozszerzenie zakresu przedmiotów wytwarzanych przez odlewanie o długie rury oraz odlewy wielowarstwowe;
- polepszenie jakości odlewów w wyniku:
 - podwyższenia o 20- 60% właściwości wytrzymałościowych i plastycznych.
 - zwiększenie zwartości struktury odlewu i szczelności.
 - poprawy struktury pozwalającej na zastąpienie niektórych odkuwek odlewami (np. koła zębata).
 - odgazowanie, oddzielenie wtrąceń niemetalowych podczas wirowania.
- poprawę wskaźników ekonomicznych przez:
 - wzrost uzysku w wyniku wyeliminowania lub znacznego ograniczenia układów wylewowych.
 - oszczędność czasu przygotowania formy przez ograniczenie lub wyeliminowanie prac rdzeniarskich.
 - zmniejszenie naddatków na obróbkę o 5-20% w wyniku wzrostu gładkości powierzchni odlewu.

1.1. Wykonanie wirnika pompy

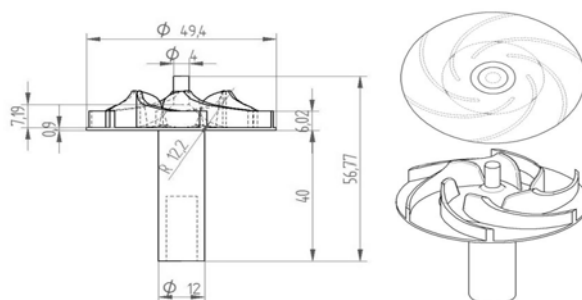
Przykładem odlewu cienkościennego odlewane odśrodkowo jest wirnik pompy hydraulicznej wykonywany na zamówienie Fundacji Rozwoju Kardiologii z Zabrze. Odlew wirnika stanowi część pompy sztucznego serca.

Technika ta pozwala na wykonywanie elementów o kształtach niemożliwych do uzyskania metodą obróbki skrawaniem. Z uwagi na możliwość pominięcia operacji łączenia elementów rośnie w sposób znaczący niezawodność pracy wykonywanych elementów. Wykonanie tak złożonego elementu metodą obróbki skrawaniem jest bardzo kosztowne i czasochłonne ze względu na zbyt skomplikowaną geometrię wirnika.

1.1.1. Wykonanie prototypu modelu-wirnika

Prototypy elementów wirnika wykonano metodą obróbki skrawaniem w Centrum Obróbczym Pionowym AVIA VMX-30 firmy PIO Specodlew przy Instytucie

Odlewnictwa w Krakowie. Wykonano trzy prototypy wirnika o grubości łopatek 0,3; 0,6; i 0,9mm. Wirniki te zastosowano jako modele-matki do sporządzenia elastycznych matryc odlewniczych modeli woskowych. Po usunięciu z prototypów nadatków technologicznych przekazano je do Fundacji Rozwoju Kardiochirurgii. Wirnik wykonano w dwóch elementach, korzystając z rysunków technicznych (rys.1.).



Rys. 1. Rysunek wirnika pompy wraz nadatkami technologicznymi umożliwiającymi końcową obróbkę odlewu

Fig. 1. Drawing of pump impeller with machining allowances for final finishing treatment of casting

Wykonane elementy wykorzystano do wykonania form z gumy silikonowej umożliwiającej następnie wykonywanie modeli woskowych. Na formy wybrano gumę o skurczu nie przekraczającym 0,2%. Szczególną uwagę zwrócono na właściwe wybranie miejsc podziału formy oraz zapewnienie możliwie dokładnego ich montażu.

1.1.2. Wykonanie modeli woskowych wirnika

Spośród różnych mas modelowych na model woskowy wirnika wybrano wosk jubilerski czerwony. (*Castaldo Jewelry Injection Wax Red Rojo*). Modele wykonywano w rozbieralnych formach z kauczuku silikonowego (Gumosil AD-1 A/B).

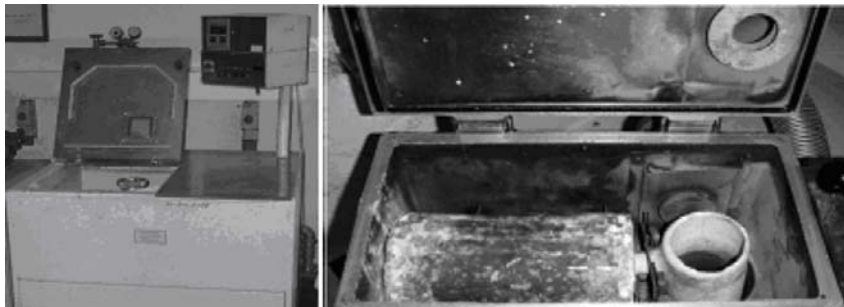


Rys. 2. Model woskowy złożony przygotowany do wykonania formy odlewniczej

Fig. 2. Assembled wax pattern ready to make foundry mould

1.1.3. Wykonanie form i odlewów wirnika

Formy odlewnicze wykonano z masy gipsowej (gips jubilerski) wlewanej do tulei stalowej. Przygotowane formy po przeprowadzeniu operacji wytapiania wosku i wypaleniu zalewano metalem w indukcyjnym odśrodkowym piecu próżniowym.



Rys. 3. Piec próżniowy obrotowy Titancast VAC700 oraz widok komory topienia z umieszczonym tygłem i formą

Fig. 3. Rotary vacuum furnace and a view of the melting chamber with crucible and mould placed in position

Proces topienia tytanu prowadzono w piecu próżniowym Titancast VAC700.

Podstawowe parametry pieca są następujące:

- moc zasilania – 14kW;
- moc prądu wysokiej częstotliwości – 7,0kW;
- wartość próżni w czasie topienia - $3 \cdot 10^{-2} \div 5 \cdot 10^{-2}$ mbar;
- max. ilość obrotów komory pieca – 420obr/min;
- zużycie wody chłodzącej – 6 l/min;

Topienie prowadzi się w dwóch tyglach:

- tyglu topienia;
- tyglu ochronnym, który zabezpiecza komorę przed ewentualnym pęknięciem lub uszkodzeniem tygla, w którym przebiega topienie. Tygiel ochronny pozwala także ukierunkować przepływ metalu w momencie odlewania.

Do topienia metalu używano tygla grafitowe, natomiast materiał tygla ochronnego w procesie topienia i odlewania odgrywa rolę drugorzędną ze względu na ograniczony kontakt z ciekłym metalem.

W momencie stopienia metalu uruchamia się urządzenie odśrodkowe, umożliwiające wprowadzenie ciekłego metalu do formy odlewniczej. Po zalaniu metalem i wystudzeniu formy masę formierską wypłukano wodą.



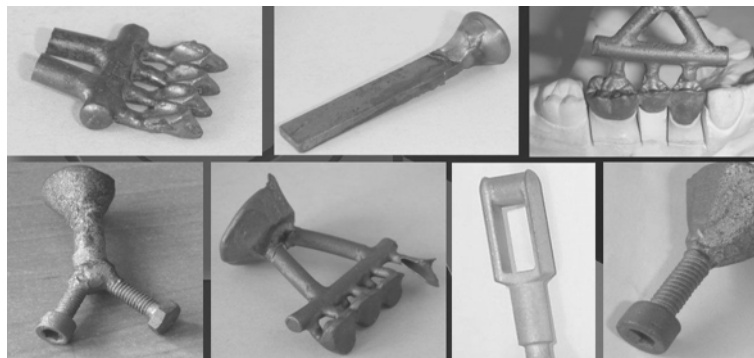
Rys. 4. Odlewy wirnika pompy. Wirnik otwarty i kompletny
 Fig. 4. Cast pump impellers. Opened impeller and closed impeller

1.2. Wykonanie odlewów różnych typów

Wykorzystywany piec próżniowy obrotowy Titancast VAC 700 pozwala na wykonywanie odlewów precyzyjnych z różnego rodzaju tworzywa metalowego. Wykorzystując technologię odlewania odśrodkowego wykonane zostały odlewy różnych typów, w tym protezy stawu kolanowego i protezy dentystyczne.



Rys. 5. Proteza dentystyczna i proteza stawu kolanowego – odlewy z tytanu
 Fig. 5. Dental prosthesis and prosthesis of knee joint - a titanium casting



Rys. 6. Odlewy różnego typu i z różnych tworzyw metalowych
 Fig. 6. Castings of various types made from various cast metal alloys

2. PODSUMOWANIE

Prace prowadzone w Instytucie Odlewnictwa miały na celu m.in. sprawdzenie możliwości wykonywania cienkościennych odlewów precyzyjnych, w tym wirnika pompy techniką odlewniczą.

W ramach prac:

- dobrano materiały modelarskie oraz formierskie przeznaczone do wykonywania matryc na modele woskowe i formy odlewnicze,
- opracowano technikę wykonywania matryc do sporządzania modeli woskowych poszczególnych elementów odlewów,
- opracowano technikę wykonywania modeli woskowych,
- opracowano technologię wykonywania form odlewniczych dla odlewania odśrodkowego,
- wykonano próbne odlewy różnych typów z różnych tworzyw metalowych,

LITERATURA

- [1] R. Ryglicki: Piece do topienia i odlewania tytanu. I Sympozjum "Przetwórstwo tytanu i jego stopów" Politechnika Poznańska, Poznań 1991
- [2] Z.Górny, J.Stachańczyk: *Doświadczalne stanowisko wykonywania odlewów precyzyjnych z tytanu i jego stopów. Konferencja "Tytan i jego stopy - zastosowanie w technice"* Politechnika Częstochowska, Częstochowa 1993
- [3] A.Karwiński, W.Leśniewski: *Research on Investment Casting Liquid Ceramic Slurry* – Foundry Trade Journal, Volume 179 No.3625, June 2005, s. 158-159,
- [4] A.Karwiński, W.Leśniewski: *Application tests of composite moulds used for manufacturing of denture parts* – VI Międzynarodowe Sympozjum Naukowe „Inżynieria Stomatologiczna – Biomateriały”, Ustroń, 17-19 June 2005,

APPLICATION OF CENTRIFUGAL CASTING IN THE MANUFACTURE OF THIN-WALLED INVESTMENT CASTINGS

SUMMARY

The article describes the work related with manufacture of cast impellers for hydraulic pumps by the centrifugal casting process. The choice of materials used for die to make a foundry pattern was presented along with the type of materials used for foundry moulds. The proper choice of materials enabled making patterns and castings of the impeller.

Recenzował: Prof. Jerzy Sobczak