

## **Sposób wytwarzania odlewów artystycznych przy wykorzystaniu warstwowych form ceramicznych i wytapianych modeli woskowych**

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania odlewów artystycznych przy wykorzystaniu warstwowych form ceramicznych i wytapianych modeli woskowych. Wynalazek ma zastosowanie przede wszystkim dla dużych gabarytowo odlewów, trudnych do uniesienia, kłopotliwych przy wykonywaniu na nich operacji.

Z powszechnej wiadomości znane są procesy odlewania rzeźb, w szczególności z metali lub ich stopów, na podstawie wiernego odwzorowania modelu wzorcowego, najczęściej wykonanego własnoręcznie przez artystę. Metoda odlewania jest wieloetapowa, w tym wydaje się być konieczne uzyskanie modelu woskowego, w zależności od potrzeby w wykonaniu odwzorowania wewnątrznie pustego, albo w wykonaniu odwzorowania wypełnionego masą woskową w całości. Jedno i drugie wykonanie ma swe zalety i wady. Odwzorowanie wewnątrznie puste jest znacznie lżejsze, za to z oczywistych powodów jest bardzo kruche, czyli ma dużą podatność na uszkodzenie mechaniczne. Odwzorowanie wewnątrznie pełne jest stabilniejsze, bardziej odporne na uszkodzenia, ale za to jest od pewnych i wcale nie aż tak dużych rozmiarów modelu trudne w operowaniu nim ze względu na masę wzorca. Wzorzec taki jest bowiem transportowany i tworzony jest z niego odlew ceramiczny. Im większy odlew, tym także większa niedogodność w operowaniu i modelem woskowym jak i formą ceramiczną, który z zasady jest jeszcze cięższy niż model woskowy.

Z danych zawartych we wcześniej opracowanych rozwiązaniach szczególnych, można ocenić, jakie działania podczas procesów tego rodzaju są udoskonalane.

Z wynalazku, na który udzielono ochrony prawnej, jednak niej nie skorzystano, ujawniono w procedurze zgłoszeniowej o nadanym numerze dla zgłoszenia P.398234 sposób odlewania wytworów oraz formę do realizacji tego sposobu. Znany sposób odlewania wytworów, zwłaszcza z tworzyw termoplastycznych, substancji organicznych o niskiej temperaturze topnienia jak margaryna, czekolada, wosk, parafina, stearyna obejmuje proces wprowadzenia płynnego medium do gniazda formy, następnie obejmuje chłodzenie odlanego wytworu w

gnieździe formy oraz usuwania odlanego wytworu z gniazda formy. Co ważne, przed usunięciem odlanego wytworu ściankę gniazda formy chwilowo podgrzewa się wytwarzając na powierzchni odlanego wytworu stykającej się ze ścianką gniazda warstwę poślizgową ułatwiającą albo umożliwiającą usunięcie odlanego wytworu z gniazda. Służy do tego właśnie forma z gniazdem takim, że ścianka gniazda formy wykonana jest z materiału oporowego i połączona jest z przyłączem elektrycznym doprowadzającym do gniazda prąd. Niewątpliwie to przydatne rozwiązanie, jednak nie niweluje zasygnalizowanego uprzednio problemu związanego z niedogodnością operowania modelem woskowym i formą ceramiczną.

10 Z polskiego patentu o numerze Pat.222465 znany jest sposób wytwarzania kompozytu o osnowie metalowej zbrojonego w sposób ciągły. Znane już rozwiązanie polega na tym, że uprzednio przygotowane w technologii przyrostowej zbrojenie o otwartej porowatości ze stopów metali na bazie tytanu i żelaza zalewa się woskiem i przygotowuje się formę gipsową do odlewania metodą modelu traconego, którą następnie wygrzewa się w temperaturze 100-200 °C, po czym formę gipsową z pozostałym w niej zbrojeniem ze stopu metalu o otwartej porowatości zalewa się aluminium, magnezem, tytanem, miedzią lub ich stopami w procesie precyzyjnego odlewania próżniowego. Dzięki temu, po usunięciu odlewu z formy, otrzymuje się kompozyt o osnowie metalicznej z regularnym zbrojeniem metalowym.

20 Ze zgłoszenia polskiego wynalazku o numerze P.428824 znany jest sposób wytwarzania ceramicznej formy odlewniczej. Sposób prowadzi do tego, żeby forma odlewnicza posiadała co najmniej jedną warstwę wykonaną z odpadowej masy formierskiej, stanowiącej substytut osnowy. Postępuje się kolejno tak, że odpadową masę formierską wstępnie oczyszcza się mechanicznie z zanieczyszczeń metalicznych, a następnie rozdrabnia się zbryloną masę ceramiczną do uzyskania sypkiego surowca z jednoczesnym odpylaniem rozdrobnionej osnowy. Następnie tak uzyskany surowiec przesiewa się i wyodrębnia dwie frakcje ziarnowe drobną i grubą, przy czym drobna frakcja zawiera regenerat o uziarnieniu od 0,1 do 0,2mm, natomiast gruba frakcja o uziarnieniu powyżej 0,2mm. Powtórnie oczyszcza się surowiec z zanieczyszczeń metalicznych i posypuje nim zestaw modelowy zanurzony wcześniej w ciekłej masie ceramicznej, po czym pozostawia do wyschnięcia wykonanej powłoki. Nową formę odlewniczą umieszcza się w autoklawie w celu wytopienia wosku i wypala się formę w temperaturze od 930

do 1000°C przez okres od 6 do 8 godzin. Wydaje się, że i to rozwiązanie, technicznie jak najbardziej zasadne, nie rozwiązałyby zadania polegającego na ułatwieniu w zakresie operowania modelem woskowym, czy też formą ceramiczną.

5 Ze zgłoszenia kolejnego polskiego wynalazku o numerze procedury P.431337 znana jest choinka odlewnicza i sposób jej wytwarzania w odlewnictwie metodą traconego wosku. Choinkę odlewniczą stanowi co najmniej jeden w poziomie ukształtowany segment stanowiący model odlewniczy z kanałami wlewowymi trwale połączonymi z segmentowym trzpieniem odlewniczym o średnicy od 2mm do 30mm. W części środkowej trzpień ma element łączący  
10 kolejne poziomo ukształtowane segmenty. Sposób wytwarzania choinki odlewniczej w odlewnictwie metodą traconego wosku polega na tym, że poziomo ukształtowany segment, stanowiący modele odlewnicze z kanałami wlewowymi trwale połączone z segmentowym trzpieniem odlewniczym, łączy się w pionie poprzez wyprowadzone w części środkowej elementy łącznikowe poszczególnych poziomych ukształtowanych segmentów. Metoda  
15 postępowania polega więc na wykorzystaniu mechanicznego łącza podpierającego. Wydaje się, że możliwe ono jest do stosowania w ograniczonym zakresie, o ile nie ściśle i jedynie dla choinki odlewniczej, to dla innych adekwatnych modeli o powtarzalnych elementach, najlepiej symetrycznych, a więc także posiadających środek symetrii i zgodny biegiem środek ciężkości.

20 Z patentu polskiego o numerze Pat.229291 znane są natomiast sposoby wykonywania warstwowych form ceramicznych do odlewania stopów metali reaktywnych. Pierwszy sposób wykonywania warstwowych form ceramicznych polega na tym, że z mączki ceramicznej o uziarnieniu 325 mesh przygotowanej w oparciu o Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> z dodatkiem od 10 do 15% mączki TiO<sub>2</sub> o uziarnieniu 6 do 10 μm i spoiwa na bazie koloidalnego Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> z dodatkiem fluorowanego  
25 środka powierzchniowo czynnego sporządza się suspensję ceramiczną, którą pokrywa się zestaw modelowy wykonany z masy woskowej, a następnie jeszcze wilgotną warstwę suspensji posypuje się piaskiem Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> o granulacji 0,1 - 0,3 mm. Po wyschnięciu pierwszej powłoki nakłada się kolejnych 6 - 8 warstw suspensji ceramicznej, sporządzonej z mączki ceramicznej Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> o uziarnieniu 325 mesh, spoiwa na bazie koloidalnego SiO<sub>2</sub> oraz fluorowanego środka  
30 powierzchniowo czynnego, po czym posypuje się każdą z nich piaskiem o granulacji 0,5 - 1 mm. Następnie formę suszy się przez okres od 22 do 26 godzin, a następnie wytapia się w

ciśnieniowym autoklawie parowym w temperaturze od 130°C do 150°C przy ciśnieniu od 3 bar do 5 bar w czasie od 20 do 25 minut, po czym wygrzewa się ją w temperaturze od 800°C do 1200°C w czasie od 0,5 do 1 h. Sposób drugi polega na tym, że z mączki ceramicznej o uziarnieniu 325 mesh przygotowanej w oparciu o Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> z dodatkiem od 10 do 15% mączki TiO<sub>2</sub> o uziarnieniu 6 do 10 µm i roztworu acetyloacetonianu tytanu w izopropanolu o stężeniu od 75 do 95% sporządza się suspensję ceramiczną, którą pokrywa się zestaw modelowy wykonany z masy woskowej, a następnie jeszcze wilgotną warstwę suspensji posypuje się piaskiem Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> o granulacji 0,1 - 0,3 mm. Po wyschnięciu pierwszej powłoki nakłada się kolejnych 6 - 8 warstw suspensji ceramicznej, sporządzonej z mączki ceramicznej Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> o uziarnieniu 325 mesh, spoiwa na bazie koloidalnego SiO<sub>2</sub> oraz fluorowanego środka powierzchniowo czynnego, po czym posypuje się każdą z nich piaskiem o granulacji 0,5 - 1 mm. Następnie formę suszy się przez okres od 22 do 26 godzin, a następnie wytapia się w ciśnieniowym autoklawie parowym w temperaturze od 130°C do 150°C przy ciśnieniu od 3 do 5 bar w czasie od 20 do 25 minut, po czym wygrzewa się ją w temperaturze od 800°C do 1200°C w czasie od 0,5 do 1 h.

Obie metody kładą nacisk na ścisły dobór parametrów procesu, a mniejszy na jego mechanikę. Ważne są natomiast preparaty, ziarnistość, warunki termiczne i czas procesów.

Wreszcie z patentu polskiego o numerze Pat.221350 znany jest sposób odwzorowania modeli medycznych ze strukturą wewnętrzną i z wykorzystaniem materiałów o odmiennych właściwościach. Polega on w pierwszym etapie na stworzeniu obrazu tomograficznego modelowanego obiektu medycznego, następnie na podstawie tego obrazu wykonaniu trójwymiarowego modelu numerycznego i z kolei wykonaniu modelu medycznego techniką szybkiego prototypowania, do którego przytwierdza się zestaw odlewniczy, składający się z kanałów odpowietrzających i wlewowych. Zestaw odlewniczy umieszcza się w skrzynce odlewniczej i zalewa się ją silikonem. Powstałą formę silikonową rozcina się wzdłuż płaszczyzny podziału i usuwa z niej model medyczny, odtwarzający w tej formie jego zewnętrzny kształt i umieszcza się w strefie przestrzeni, po wyjęciu modelu medycznego, modele woskowe struktur wewnętrznych i/lub dodatkowe modele elementów kostnych z materiałów biokompatybilnych, występujące w końcowej postaci modelu medycznego. Tak skonfigurowaną formę zalewa się materiałem wymaganym dla wykonywanego modelu medycznego, korzystnie żywicą epoksydową, po czym po jego ustabilizowaniu wyciąga się go z formy silikonowej i wytapia

modele woskowe, formujące puste przestrzenie w przedmiotowym modelu. Usuwa się elementy odtwarzające układ wlewowy i odpowietrzający.

Celem rozwiązania według niniejszego wynalazku jest nie tyle modyfikacja preparatów służących do wykonywania modeli, bądź składu chemicznego modeli, a nie jest nim podmiana 5 głównych zadań do wykonania, aby gotowy odlew artystyczny zaistniał, co jest nim wzbogacenie znanej metody odlewania modeli artystycznych o operacje wcześniej w zakresie korzyści technicznych z nich płynących nie wykorzystywane. Celem jest bowiem opracowanie technologii, która pozwoli z dużo większą łatwością operować modelami woskowymi, jak i 10 formami ceramicznymi, przy wykorzystaniu tej samej zasady postępowania. Celem jest zminimalizowanie uszkodzeń mechanicznych przede wszystkim dla modeli woskowych, kruchych i podatnych na odkształcenia, jak i jednocześnie, co nieoczekiwane, celem jest przy użyciu analogicznego działania innowacyjnego ułatwienie operowania modelami o dużej masie własnej, czyli zarówno woskowym odlewem technicznym, jak i ceramiczną formą techniczną. 15 Oznacza to, że możliwe będzie wykonywanie odlewów artystycznych na bazie warstwowych form ceramicznych w technologii wytapianych modeli woskowych bez absolutnej konieczności łączenia dużego odlewu z mniejszych elementów. W dużo większym zakresie, ograniczonym jedynie wielkością kadzi lub pieca, odlew metalowy dzięki innowacji powstanie od razu w całości. Wyeliminowane zostanie uprzednio niezbędne dla dużych modeli – spawanie 20 częściowych odlewów w całość.

Cele te zostały zrealizowane poprzez wprowadzenie rozwiązania, pokazanego w szczegółach następująco.

25 Sposób wytwarzania odlewów artystycznych przy wykorzystaniu warstwowych form ceramicznych i wytapianych modeli woskowych, polega na tym, że pierwszym jego etapem jest wykonanie dla wzorca warstwowej matrycy pierwszej z kauczuków silikonowych i jej usztywniającej osłony, po czym po wyjęciu z silikonowego odlewu wzorca, wypełnia się 30 płynnym woskiem matrycę pierwszą pozostającą w swojej osłonie, studzi się uzyskany model woskowy, a po zestaleniu i usunięciu z niego najpierw osłony, a następnie matrycy pierwszej, model woskowy zanurza się ciekłej mieszance gęstwy ceramicznej, po czym zanurza się w

napowietrzonym złożu fluidalnym z materiałem ceramicznym i obsypuje po wyjęciu ze złoża ewentualnie dodatkowo materiałem ceramicznym, a następnie suszy, korzystnie powtarzając etapy z ceramiką, przez co wykonuje się warstwową formę ceramiczną. Następnie z wnętrza formy ceramicznej usuwa się воск, a formę wypala się w piecu spiekając jej materiał ceramiczny i wyżarzając go, przez co tworzy się z niego matrycę drugą, którą to zalewa się płynnym metalem tworząc po ostygnięciu formy ceramicznej i metalu odlew na podobieństwo wzorca. Następnie usuwa się skorupę wierzchnią z odlewu, jaką chwilowo była forma ceramiczna, przy czym podczas operowania modelem woskowym i/lub formą ceramiczną wykorzystuje się do tego metalowe prętowe nosidło. Wynalazek charakteryzuje się tym, że jako metalowe prętowe nosidło stosuje się stelaż ramiakowy, do którego trwale, jednak rozłącznie, mocuje się jedynie na sekwencję wszystkich tych operacji, w których udział bierze zestalony i oswobodzony już model woskowy i/lub udział bierze forma ceramiczna, co najmniej jeden pręt wieszakowy, na który to pręt uprzednio przed jego unieruchomieniem w ramiaku nasadza się tuleję ceramiczną, a na tą tuleję nasadza się, także przed unieruchomieniem pręta w ramiaku, model woskowy dzięki przetknięciu tulei ceramicznej przez model woskowy w punktach nośnych. Punkty nośne wykonuje się w modelu woskowym otwornicą, przy czym dopiero po wykonaniu odlewu metalowego oswobadza się pręt wieszakowy z ramiaka i z tulei ceramicznej oraz z odlewu, a tuleję ceramiczną wybija się z odlewu wraz ze skorupą, po czym uzupełnia się brak struktury odlewu metalowego w miejscach punktów nośnych. Punkty nośne wyznacza się dokonując symetrycznego rzutowania na ściany modelu woskowego środków okręgów, które możliwe są jako korzystnie nie przecinające się, za to największe do wrysowania do kształtu, stanowiącego przekrój płaszczyznowy przez model woskowy ograniczony obrysem obwiedniowym stanowiącym miejsce przecięcia się ścian modelu z prowadzoną przez niego umownie płaszczyzną. Wszystkie zastosowane pręty wieszakowe i nasadzone na nich tuleje ceramiczne układa się w przebiegu przez model woskowy równoległe, z czego przebieg prętów wieszakowych wewnątrz tulei ceramicznych przez model woskowy odnosi się także do przebiegu prętów wieszakowych wewnątrz tulei ceramicznych przez formę ceramiczną i przez odlew metalowy.

Korzystnie stosuje się materiał ceramiczny i pozostawia do wyschnięcia, korzystnie w postaci piasku.

Korzystnie suszenie kolejnych warstw form ceramicznych odbywa się w atmosferze

powietrza o temperaturze nie mniejszej niż 20°C i wilgotności względnej powietrza rzędu 50%, przy czym ruch atmosfery wokół wierzchniej warstwy ceramicznej, osiadłej na modelu woskowym, wymusza się.

5 Korzystnie wytapianie wosku i/lub wypalanie formy ceramicznej prowadzi się w piecu płomieniowym, korzystnie łącznie w jednym podprocesie.

Korzystnie wytapianie wosku i/lub wypalanie formy ceramicznej prowadzi się w piecu elektrycznym

Korzystnie wytapianie wosku prowadzi się w temperaturze do 250°C, korzystnie nie dłużej niż przez 1h

10 Korzystnie wyżarzanie formy ceramicznej prowadzi się w temperaturze od 600°C do 1000°C przez okres od 6 do 8 godzin

Korzystnie resztki form ceramicznych usuwa się z odlewu metalowego pneumatycznie, piaskiem kwarcowym bądź elektrokorundem i/lub poprzez śrutowanie śrutem ze stali kwasoodpornej.

15 Korzystnie odlew metalowy pokrywa się warstwą dekoracyjną, korzystnie patynuje się i zabezpiecza antykorozyjnie.

Korzystnie odlewy stanowiące jeden odlew artystyczny, łączy się poprzez spawanie.

Korzystnie otwornica wykonuje odwierty w modelu woskowym z prędkością do 100 obr/min.

20 Korzystnie wykonując odwierty otwornicą w punktach nośnych wykonuje się przelot o średnicy do 16mm.

Korzystnie ramiak wraz z prętami wieszakowymi i tulejami ceramicznymi, na których to nanizany jest model woskowy i/lub formą ceramiczną i/lub odlewem metalowym osiowo zawiesza się na haku i operuje nimi za pomocą suwnicy i/lub innego manipulatora mechanicznego, korzystnie przenosząc, obracając, opuszczając całość układu.

Zaletami rozwiązania według wynalazku są :

- możliwość wytwarzania odlewów wcześniej nie wykonywanych w technologii piaskowej, m.in. o cechach takich jak : powierzchnie z kątami ujemnymi, kształty bez zbieżności odlewniczej, kształty z otworami w powierzchni, które to otwory są większe wewnątrz bryły
- możliwość odlewania wzorców o delikatnej i detalicznej strukturze
- umożliwienie wykonywania odlewów dużych wielkości oraz seryjnych w niższej cenie
- redukcja miejsc z widocznymi śladami po łączeniu mniejszych elementów w całość
- brak śladów po zalewkach na odlewach oraz śladów po spawach
- ograniczenie zużycia materiałów spawalniczych ograniczenie wykonywania procesu czyszczenia po spawaniu.

Wynalazek zrealizowany został w przykładzie wykonania na rysunku, na którym Fig.1 przedstawia schemat modelu woskowego (1), bądź formy ceramicznej (1') na modelu woskowym (1), bądź formy ceramicznej (1') już bez wewnątrz osadzonego w niej modelu woskowego (1), za to z odlewem metalowym (1''), na prętach wieszakowych (2) przebiegających przez tuleje ceramiczne (3), które to wszystkie wymienione elementy zawieszono na stelażu ramiakowym (4) poprzez hak (5).

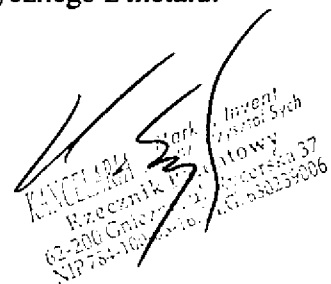
Przykładowy sposób wytwarzania odlewów artystycznych przy wykorzystaniu warstwowych form ceramicznych i wytapianych modeli woskowych, polega na tym, że pierwszym jego etapem jest wykonanie dla wzorca warstwowej matrycy pierwszej z kauczków silikonowych i jej usztywniającej osłony, po czym po wyjęciu z silikonowego odlewu wzorca, wypełnia się płynnym woskiem matrycę pierwszą pozostającą w swojej osłonie, studzi się uzyskany model woskowy, a po zestaleniu i usunięciu z niego najpierw osłony, a następnie matrycy pierwszej, model woskowy zanurza się ciekłej mieszance gęstwy ceramicznej, po czym zanurza się w napowietrzonym złożu fluidalnym z materiałem ceramicznym i obsypuje po wyjęciu ze złoża ewentualnie dodatkowo materiałem ceramicznym, a następnie suszy, powtarzając etapy z ceramiką trzykrotnie, przez co wykonuje się warstwową formę ceramiczną.

Następnie z wnętrza formy ceramicznej usuwa się воск, a formę wypala się w piecu spiekając jej materiał ceramiczny i wyzarzając go, przez co tworzy się z niego matrycę drugą, którą to zalewa się płynnym metalem tworząc po ostygnięciu formy ceramicznej i metalu odlew na podobieństwo wzorca. Następnie usuwa się skorupę wierzchnią z odlewu, jaką chwilowo była forma ceramiczna, przy czym podczas operowania modelem woskowym i/lub formą ceramiczną wykorzystuje się do tego metalowe prętowe nosidło. Jako metalowe prętowe nosidło stosuje się stelaż ramiakowy, do którego trwale, jednak rozłącznie, mocuje się jedynie na sekwencję wszystkich tych operacji, w których udział bierze zestalony i oswobodzony już model woskowy i/lub udział bierze forma ceramiczna, co najmniej jeden pręt wieszakowy, na który to pręt uprzednio przed jego unieruchomieniem w ramiaku nasadza się tuleję ceramiczną, a na tą tuleję nasadza się, także przed unieruchomieniem pręta w ramiaku, model woskowy dzięki przetknięciu tulei ceramicznej przez model woskowy w punktach nośnych. Punkty nośne wykonuje się w modelu woskowym otwornicą, przy czym dopiero po wykonaniu odlewu metalowego oswobadza się pręt wieszakowy z ramiaka i z tulei ceramicznej oraz z odlewu, a tuleję ceramiczną wybija się z odlewu wraz ze skorupą, po czym uzupełnia się brak struktury odlewu metalowego w miejscach punktów nośnych. Punkty nośne wyznacza się dokonując symetrycznego rzutowania na ściany modelu woskowego środków okręgów, które możliwe były jako nie przecinające się, za to największe do wrysowania do kształtu, stanowiącego przekrój płaszczyznowy przez model woskowy ograniczony obrysem obwiedniowym stanowiącym miejsce przecięcia się ścian modelu z prowadzoną przez niego umownie płaszczyzną. W ów kształt wpisano aż cztery okręgi, które się nie przecinały, a jednocześnie osiągnęły skraj obrysu obwiedniowego. Z tego powodu zastosowano aż cztery pręty wieszakowe przenicowane najpierw przez model, potem także przez formę ceramiczną, ponieważ powstała ona na tym modelu, a na końcu pręty wieszakowe przenicowane były chwilowo także przez wykonany odlew metalowy, ponieważ to on zastąpił wytopiony z formy ceramicznej model woskowy. Wszystkie zastosowane pręty wieszakowe i nasadzone na nich tuleje ceramiczne układa się w przebiegu przez model woskowy równoległe, z czego przebieg prętów wieszakowych wewnątrz tulei ceramicznych przez model woskowy odnosi się także, jak wskazano, do przebiegu prętów wieszakowych wewnątrz tulei ceramicznych przez formę ceramiczną i przez odlew metalowy.

30 Zastosowano materiał ceramiczny i pozostawiono go do wyschnięcia, z czego w postaci piasku była to jedynie jedna warstwa. Suszenie kolejnych warstw form ceramicznych odbywało

się w atmosferze powietrza o temperaturze nie mniejszej niż 20°C, tym razem dokładnie 20°C i wilgotności względnej powietrza rzędu 50%, tym razem dokładnie 50%, przy czym ruch atmosfery wokół wierzchniej warstwy ceramicznej, osiadłej na modelu woskowym, wymuszano uruchomionym wentylatorem. Wytapianie wosku i wypalanie formy ceramicznej prowadzono w 5 piecu płomieniowym, łącznie, czyli w jednym podprocesie. Wytapianie wosku i wypalanie formy ceramicznej prowadzono w piecu elektrycznym. Wytapianie wosku prowadzono w temperaturze do 250°C, korzystnie nie dłużej niż przez 1h, tym razem 200°C przez 30min, gdyż przedmiot 10 prac nie był przesadnych gabarytów. Wyżarzanie formy ceramicznej prowadzono w temperaturze od 600°C do 1000°C przez okres od 6 do 8 godzin, tym razem 800°C przez 7 godzin. Resztki form ceramicznych usuwano z odlewu metalowego pneumatycznie, piaskiem kwarcowym i 15 poprzez śrutowanie śrutem ze stali kwasoodpornej. Odlew metalowy pokrywano warstwą dekoracyjną, patynując go. Zabezpieczono go także antykorozyjnie. Odlewy stanowiące jeden odlew artystyczny, łączy się poprzez spawanie, przy czym tym razem nie było takiej konieczności, gdyż jak wspomniano model nie był przesadnych gabarytów i został osadzony w 20 jednym kawałku w stelażu ramiakowym. Otwornica wykonywała odwierty w modelu woskowym z prędkością do 100 obr/min, tym razem dokładnie 100 obr/min. Wykonując odwierty otwornicą w punktach nośnych wykonywano przelot o średnicy 16mm. Ramiak wraz z prętami wieszakowymi i tulejami ceramicznymi, na których to nanizany jest model woskowy i formą ceramiczną i odlewem metalowym osiowo zawieszano w poszczególnych etapach procesu na 25 haku i operowano nimi za pomocą suwnicy, przenosząc, obracając, opuszczając całość układu.

Rozwiązanie pozwoliło odciążyć operatorów z prac ręcznych, w szczególności z przenoszenia modelu, formy i odlewu. Upřednio proces nie mógł być prowadzony tak szybko i tak bezpiecznie, a dzięki innowacji prócz wskazanych zalet okazało się, że dodatkowo polepszyła się znacząco jakość wykonanej finalnie pracy, czyli odlewu artystycznego z metalu.


 KANCELARIA  
 Pracownik  
 62-206 Gniezno  
 NIP 784-100-0000  
 Invent  
 2018.01.15  
 57ch  
 37  
 57006