



AKADEMIA GÓRNICZO – HUTNICZA
im. Stanisława Staszica
w Krakowie



**WYDZIAŁ INŻYNIERII METALI
I INFORMATYKI PRZEMYSŁOWEJ**

Prof. dr hab. inż. Andrzej Łędzki
Dr inż. Krzysztof Zieliński
Dr inż. Arkadiusz Klimczyk

PODSTAWY TECHNOLOGII WYTWARZANIA I PRZETWARZANIA

CZĘŚĆ VII

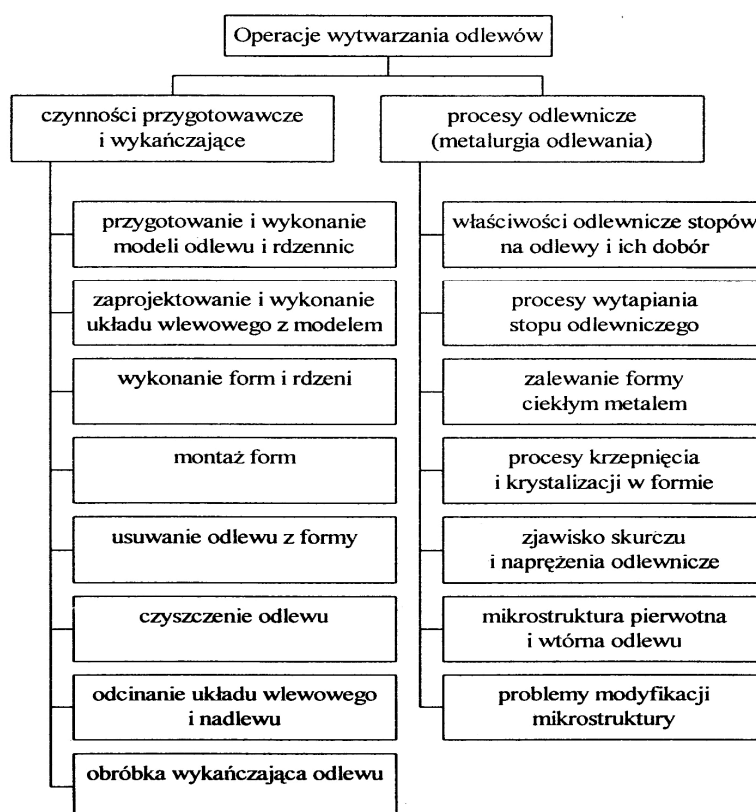
Odlewnictwo

/do użytku wewnętrznego AGH/

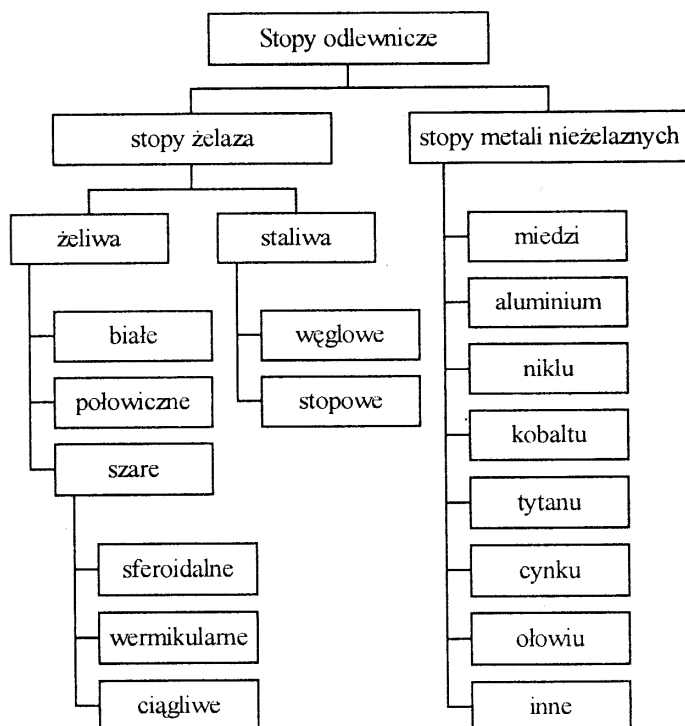
Kierunek: Metalurgia, Rok: I, Semestr: I

Odlewnictwo- umiejętność i technika wytwarzania przedmiotów metalowych o wymaganym kształcie i wymiarach przez wypełnianie odpowiednio przygotowanych form odlewniczych ciekłym metalem.

Podstawowy zespół czynności technologicznych niezbędnych do wykonania odlewu pokazano na rysunku 1, natomiast klasyfikację stopów odlewniczych pokazano na rysunku 2..



Rysunek 1. Klasyfikacja operacji podczas wykonywania odlewów.



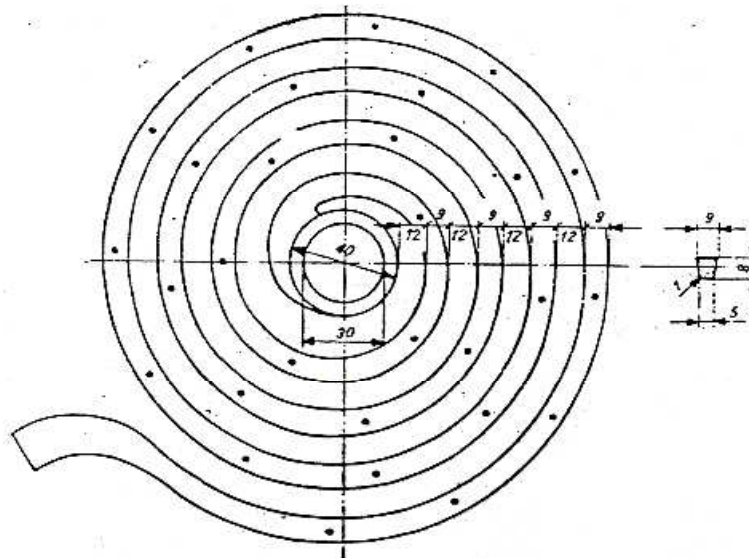
Rysunek 2. Klasyfikacja stopów odlewniczych.

Podstawowe własności odlewnicze :

a/ lejność - zdolność do wypełniania formy i dokładnego odtwarzania jej kształtu (rysunek 3).

Czynniki wpływające na lejność:

- **wynikające z natury metalu** (skład chemiczny, zakres temperatury krzepnięcia, ciepła właściwe, pojemność cieplna, napięcie powierzchniowe, rodzaj wtrąceń niemetalicznych),
- **związane z formą odlewniczą** (ukształtowanie wnęki formy, własności materiału formy, jakość powierzchni formy itp.),
- **związane z warunkami odlewania** (temperatura odlewania, stopień przegrzania, szybkość i czas zalewania formy),

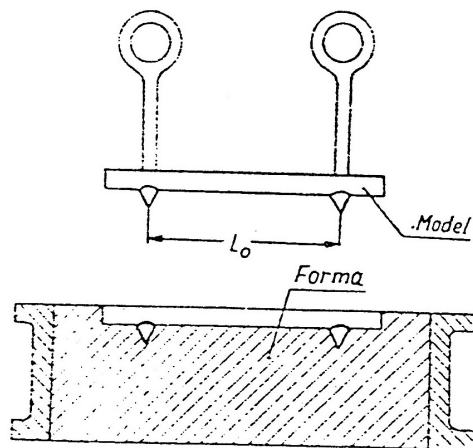


Rysunek 3. Wyznaczanie lejuści za pomocą spirali.

b/ skurcz odlewniczy - procentowe zmniejszenie wymiarów odlewu w stosunku do odpowiednich wymiarów modelu (rysunek 4).

Zależy: - rodzaj metalu, stan metalu, krzepnięcia w formie- hamowanie

$$\epsilon_o = \frac{l_o - l_1}{l_o} \cdot 100\%$$



Rysunek 4. Wyznaczanie skurczu odlewniczego.

Tabela 1. Skurcz stopów odlewniczych.

Rodzaj odlewu i stopu odlewniczego	Skurcz odlewniczy (%)	
	hamowany	swobodny
Odlewy z metali nieżelaznych		
Brązy cynowe	1,2	1,4
Brązy bezcynowe	1,6 - 1,8	2,0 - 2,2
Brązy krzemowe	-	1,2 - 1,8
Mosiądze cynkowe	1,5 - 1,7	1,8 - 2,0
Mosiądze krzemowe	1,6 - 1,7	1,7 - 1,8
Mosiądze manganowe	1,8 - 2,0	2,0 - 2,3
Silumin	0,8 - 1,0	1,0 - 1,2
Stop Al-Cu	1,4	1,6
Stopy magnezu		1,2 - 1,6 I
Odlewy z żeliwa szarego		
Odlewy drobne i średnie	0,9	1,0
Odlewy średnie i duże	0,8	0,9
Odlewy ciężkie	0,7	0,8
Specjalne odlewy cylindrowe		
Skurcz na długości	0,8	0,9
Skurcz na średnicy	0,5	0,7
Odlewy z żeliwa ciągliwego		
białego	0,8 - 1,5	1,5 - 2,5
czarnego	-	do 1,2
Odlewy staliwne		
Odlewy ze staliwa węglowego i nisko-stopowego	1,3 - 1,7	 1,6 - 2,0
Odlewy ze staliwa chromowego wysokostopowego	1,0 - 1,4	1,3 - 1,7
Odlewy ze staliwa ferrytyczno-austenitycznego	1,5 - 1,9	1,8 - 2,2
Odlewy ze staliwa austenitycznego	1,7 - 2,0	2,0 - 2,3

- c) **skłonność do tworzenia jam skurczowych** - spowodowana zmniejszeniem się objętości metalu podczas stygnięcia w stanie ciekłym i podczas krzepnięcia. Objętość i umiejscowienie jamy zależy od rodzaju metalu, konstrukcji odlewu, warunków odlewania - gdy nie ma uzupełniania metalu,
- d) **skłonność do tworzenia w odlewach naprężeń wewnętrznych** - spowodowanych nierównomiernymi możliwościami swobodnego kurczenia się metalu we wnętrzu formy.

Piece do wytapiania żeliwa :

W wytapialniach żeliwa znajdują obecnie zastosowanie głównie piece paliwowe żeliwiaki i znacznie rzadziej obrotowe piece gazowe, oraz piece elektryczne : łukowe i indukcyjne.

Przy doborze pieców metalurgicznych uwzględnia się następujące kryteria :

- rodzaj wytapianego żeliwa i wymaganą temperaturę jego przegrzania,
- wymagania jakościowe stawiane żeliwu (skład chemiczny, zawartość wtrąceń niemetalicznych
- i gazowych, lejność itp.),
- rodzaj i metoda produkcji odlewów (produkcja masowa, seryjna bądź jednostkowa, ciągła bądź okresowa), zapotrzebowanie metalu,
- rodzaj i koszt energii oraz materiałów wsadowych i ogniotrwałych,
- warunki bezpieczeństwa i higieny pracy,
- wymagania w zakresie ochrony środowiska.

Żeliwiak

Żeliwiak jest najstarszym i obecnie jeszcze najpowszechniej stosowanym piecem odlewniczym. Decydujące znaczenie ma w tym przypadku jego duża sprawność cieplna (w porównaniu z innymi piecami paliwowymi), bardzo duża wydajność godzinowa oraz ciągły charakter pracy, pozwalający na łatwe przystosowanie go do zmiennych warunków pracy formierni.

Żeliwiak koksowy jest to piec szybowy, w którym naboje wsadu metalowego na przemian z nabojami koksu i topnika opuszczają się w dół szybu, do stref topienia i spalania, a gorące gazy żeliwiakowe unoszą się do góry, a zatem w przeciwnym kierunku do materiału wsadowych, nagrzewając i topiąc wsad metalowy oraz przegrzewając ciekłe żeliwo.

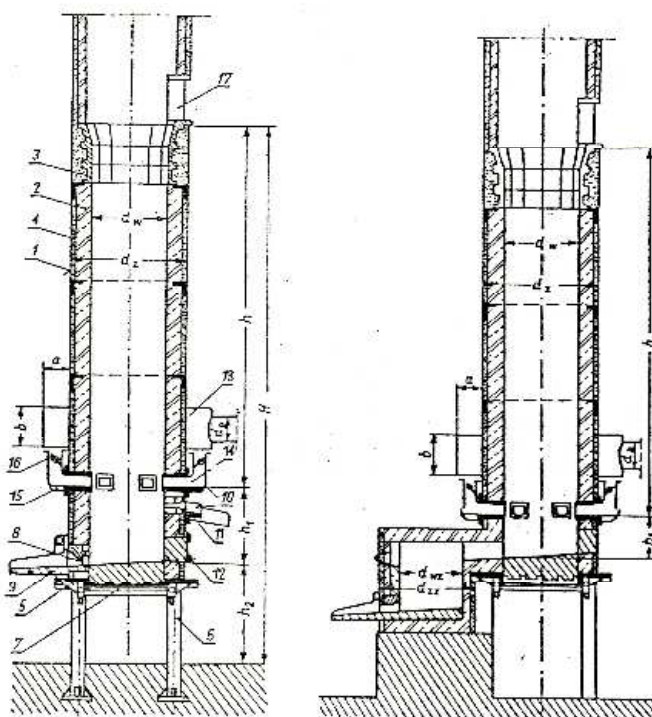
Gazy o wysokiej temperaturze rzeczywistej (zwykle 1650-2000° C) powstają w strefie spalania, rozciągającej się na określonej wysokości ponad poziomem dysz, w wyniku egzotermicznych reakcji spalania paliwa w powietrzu wdmuchiwanym przez dysze. Ciekłe żeliwo, wraz z ciekłym żuzłem, gromadzi się w kotlinie żeliwiaka (lub w zbiorniku w przypadku żeliwiaka ów ze zbiornikiem), skąd jest spuszczone okresowo lub w sposób ciągły.

Zjawiska fizykochemiczne, zachodzące podczas biegu żeliwiaka, sprowadzić można do trzech podstawowych grup : procesów spalania i zgazowywania paliwa, procesów wymiany cieplnej i związanych z nimi zmian temperatury i stanu skupienia wsadu metalowego oraz procesów metalurgicznych, związanych ze zmianą składu chemicznego żeliwa. Zasadniczymi

parametrami technologicznymi całego procesu żeliwiakowego są: wydajność W (w kg/h), temperatura przegrzania żeliwa T_z (w °C) i skład chemiczny ciekłego żeliwa spuszczonego z pieca (parametry wyjściowe) oraz ilość dmuchu P_z (w m³/min), zużycie koksu K (w kg/100 kg wsad).

Tablica 1. Główne wymiary i wydajność żeliwiaków bez zbiornika.

Wymiary, mm								Wydajność żeliwiaka (w przybliżeniu) t/h
d_w	d_z	h	h_1	h_2	H	$a \times b$	d_p	
500	900	3000	350 ÷ 850	1100	5200	250 × 225	250	1
600	1000	3250			5450	250 × 300	300	1,5
700	1250	3500			5700	250 × 400	350	3
800	1350	3750			5850	300 × 450	400	4
900	1450	4000			6200	325 × 500	500	5
1100	1650	4500			6700	450 × 675	500	7
1300	1850	5000			7200	525 × 800	600	10



Rysunek 5. Żeliwiak bez zbiornika i ze zbiornikiem stałym.

1 - 4 słupki podporowe /lub stalowa konstrukcja/; 2 - płyta podstawowa z otworem na szyb żeliwiaka; 3 - płaszcz/pancerz/ żeliwiaka z blachy stalowej; 4 - zbiornik na ciekłe żeliwo i żużel; 5 - otwór spustowy dla żużla; 6 - otwór spustowy dla żeliwa; 7 - rynna spustowa dla żeliwa; 8-otwór dyszowy /dla wdmuchiwania powietrza/ z dyszami; 9 - przewody łączące dysze ze skrzyniami powietrznymi; 10 - skrzynie powietrzne; 11 - przód powietrzny do dmuchawy; 12 - drzwiczki denne zamykające otwór płyty podstawowej /2/; 13 - trzon żeliwiaka z materiałów ogniotrwałych; 14- - wewnętrzna wykładzina żeliwiaka z materiałów ogniotrwałych; 15 - żeliwne kształtki zabezpieczające górną część żeliwiaka; 16 - warstwa izolacyjna; 17 - otwór wsadowy; 18 - część żeliwiaka nad otworem wsadowym /komin/

Podwyższanie jakości żeliwa :

- modyfikacja
- sferoidyzacja grafitu

• **Modyfikacja:** polega na wprowadzeniu do ciekłego żeliwa o ściśle określonym składzie dodatków (modyfikatorów) wywołujących zwiększenie zdolności do grafityzacji podczas krzepnięcia.

Żeliwo wyjściowe musi mieć małą zdolność do grafityzacji, taką aby po zakrzepnięciu bez modyfikatora miało strukturę białą, ew. połowiczną. Temperatura wyjściowego żeliwa powinna być tym wyższa im wyższy gatunek żeliwa jest produkowany.

Przeprowadzenie modyfikacji: bezpośrednio przed spustem do kąpielii metalowej o temp. ok. 1400°C , w rynnie lub kadzi, dodaje się 0,1 - 0,5 % sproszkowanego modyfikatora, najczęściej żelazo-krzem (75 % Si), żelazo-wapnio-krzem, bądź złożonych (aluminium, krzem, grafit, miedź). Wprowadzenie musi nastąpić w taki sposób, aby w czasie 10-15 minut nastąpiło wymieszanie metalu i wykonanie odlewu. Po przekroczeniu tego czasu następuje zanik efektu modyfikacji. Działanie modyfikatora polega na odgazowaniu kąpielii i wymuszeniu heterogenicznego zarodkowania grafitu na licznych drobnych cząsteczkach tlenków. W wyniku tego procesu żeliwo krzepnie jako szare, a węgiel wydziela się w postaci bardzo licznych, drobnych płatków grafitu, równomiernie rozmieszczonych w osnowie.

Żelazo modyfikowane - odznacza się jednorodnością struktury, niezależnie od szybkości chłodzenia, małą skłonnością do tworzenia jam skurczowych i zabieleń.

• **Sferoidyzacja grafitu:** proces mający na celu przeprowadzenie obecnego w żeliwie grafitu do postaci małych kulek, rozmieszczonych równomiernie w osnowie. Uzyskuje się w wyniku przeprowadzenia modyfikacji żeliwa o tendencji do krzepnięcia jako żeliwo szare, ale o małej zawartości fosforu i siarki.

Przeprowadzenie sferoidyzacji :

- wytopienie żeliwa wyjściowego,
- odsiarczanie żeliwa wyjściowego (soda lub karbid z sodą, $S < 0,02$ %, większe stężenie neutralizuje działanie magnezu),
- wprowadzenie magnezu lub ceru (0,03 - 0,08%) do ciekłego żeliwa,
- przeprowadzenie modyfikacji - żelazo-krzem (1 %).

Wynik modyfikacji - grafit w postaci kulistej. Żelazo sferoidalne : duża wytrzymałość, dobra plastyczność, dobre własności odlewnicze.

FORMA ODLEWNICZA

Wytwarzanie przedmiotów metodą odlewania wymaga przygotowania formy, która odtwarza kształt odlewu. Formy odlewnicze dzieli się na formy wielokrotnego i jednokrotnego użycia. Formy wielokrotnego użycia wykonuje się z metali odpornych na wysoką temperaturę odlewane. Noszą one nazwę kokili. Formy jednorazowego użycia wykonuje się przede wszystkim z mas formierskich.

Zespół modelowy :

- **model** - odtwarzający zewnętrzne kształty,
- **rdzeń** - element służący do odtworzenia wewnętrznego kształtu odlewu. Wykonuje się osobno, na ogół w rdzennicy. **Rdzennik**- część rdzenia osadzona w **gnieździe**,
- **znaki rdzeniowe i znaki rdzennika** - elementy odtwarzające gniazda i rdzenniki, nie odtwarzające kształtu odlewu,
- **model układu wlewowego** - odtwarza zespół kanałów doprowadzających ciekły metal,
- **modele przelewów i zasilaczy**.

Zasadnicze typy modeli :

1. **naturalne bez znaków rdzeniowych**, odtwarzające bezpośrednio kształt odlewu, stosowane do odlewów prostych (dzielone i niedzielone),
2. **modele ze znakami rdzeniowymi** - odtwarzające kształt zewnętrzny i wewnętrzny,
3. **modele uproszczone** - stanowią główne części modelu np. wzorniki obrotowe, przesuwane itp.

Materiały stosowane do wytwarzania modeli :

- drewno, łatwe w obróbce, małą odporność (wilgoć), szybkie zużycie, liściaste - brzoza, grusza,
- tworzywa metalowe - przy produkcji seryjnej, trwałe żeliwo, brązy, mosiądze, aluminium, łatwo obrabialne,
- materiały ceramiczne - mała wytrzymałość, łatwość wykonania, niskie koszty, gips, masy cementowe,
- masa woskowa - model jednorazowego użytku, metoda wytapianych modeli,
- tworzywa sztuczne - żywice utwardzalne, laminaty, styropian itp.

Materiały formierskie.

Podział materiałów formierskich :

- **podstawowe** (piaski, gliny formierskie, szamot, magnezyt itp.),
- **pomocnicze** (spoiwa, materiały chroniące odlew przed przypaleniem się masy formierskiej do odlewu, chroniące przed przylepieniem się masy do modelu).

Podstawowe materiały formierskie :

- **naturalne piaski formierskie.** Składają się z ziarn kwarcu - osnowy, zapewniających odporność na temperaturę, materiałów ilastych - glin aktywnych (kaolinitu, ilitu) oraz ilów-lepiszcza mineralnego, decydującego o zdolnościach wiążących. Ilość osnowy - nie mniej niż 65 %, lepiszcza - do 35 %. W zależności od ilości lepiszcza dzieli się je na chude (3-8 %), półtłuste (8-15 %), tłuste (15-30 %) i bardzo tłuste >30 %. Przydatność naturalnych piasków formierskich zależy również od wielkości, jednorodności i kształtu ziarn osnowy.
- **gliny formierskie** materiały zawierające więcej niż 50 % lepiszcza.

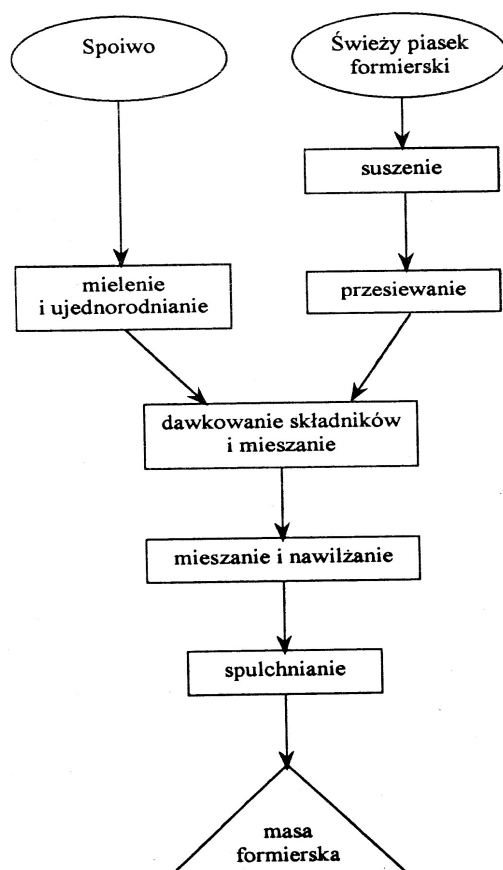
Pomocnicze materiały formierskie :

- **spoiwa** - materiały wiążące ziarna osnowy piaskowej. Dodaje się do piasku. Rozróżnienie - ze względu na sposób wiązania :
 - wysychanie - dekstryna, melasa, skrobia, - mała wytrzymałość w stanie suchym,
 - krzepnięcie po ostygnięciu - smoła, kalafonia,
 - wiążące chemicznie - oleje, żywice syntetyczne, szkło wodne, cement, krzemian etylu (do precyzyjnych), gips.
- **materiały zapobiegające przypaleniu się masy do odlewu.** Materiały ogniotrwałe o dużej odporności, które po zetknięciu się z ciekłym metalem wywołują procesy chroniące masę przed przypaleniem. Głównie tworzywa węglowe - pył węglowy i drzewny, pył koksowy, grafit.
- **materiały wytwarzające powłoki ochronne na powierzchni form i rdzeni.** Oprócz węgla drzewnego, talk, pył kwarcowy,
- **materiały zapobiegające przylepieniu się masy do modelu :** pudry formierskie (likopodium), mączki : korkowa, drzewna, kostna, nafta, oleje,
- **inne :** dodawane do masy - trociny, kleje, sznury odpowietrzające, i inne.

Mieszanka głównych i pomocniczych materiałów formierskich, odpowiednio dobrana ilościowo i jakościowo, tworzy **masę formierską**. Masy formierskie powinny odznaczać się następującymi własnościami : dobrą plastycznością, czyli zdolnością przyjmowania kształtu

modelu i zachowania tego kształtu po usunięciu modelu, spoistością cząstek masy formierskiej zapewniając odporność na wstrząsy i na ciśnienie hydrostatyczne wlewanego metalu, odpornością na wysoką temperaturę płynnego metalu, dobrą przepuszczalnością gazów i par powstających w czasie odlewania i w czasie stygnięcia metalu w formie odlewniczej, przydatnością do wielokrotnego użycia w postaci domieszek do nowych mas, łatwym oddzielaniem się od ścian gotowego odlewu w czasie wybijania go z formy i oczyszczania.

Rdzenie wykonuje się z masy rdzeniowej. Sporządza się je z piasków kwarcowych z niewielkimi dodatkami glin i materiałów wiążących. Ponieważ rdzenie w czasie wypełniania formy ciekłym metalem znajdują się w trudniejszych warunkach niż forma, więc masy rdzeniowe powinny odznaczać się lepszymi własnościami niż masy formierskie, a więc muszą być bardziej wytrzymałe i odznaczać się większą ogniotrwałością. Ponadto masy te powinny być mało gazotwórcze, niehigroskopijne i łatwo dawać się usuwać z zakrzepniętego odlewu.

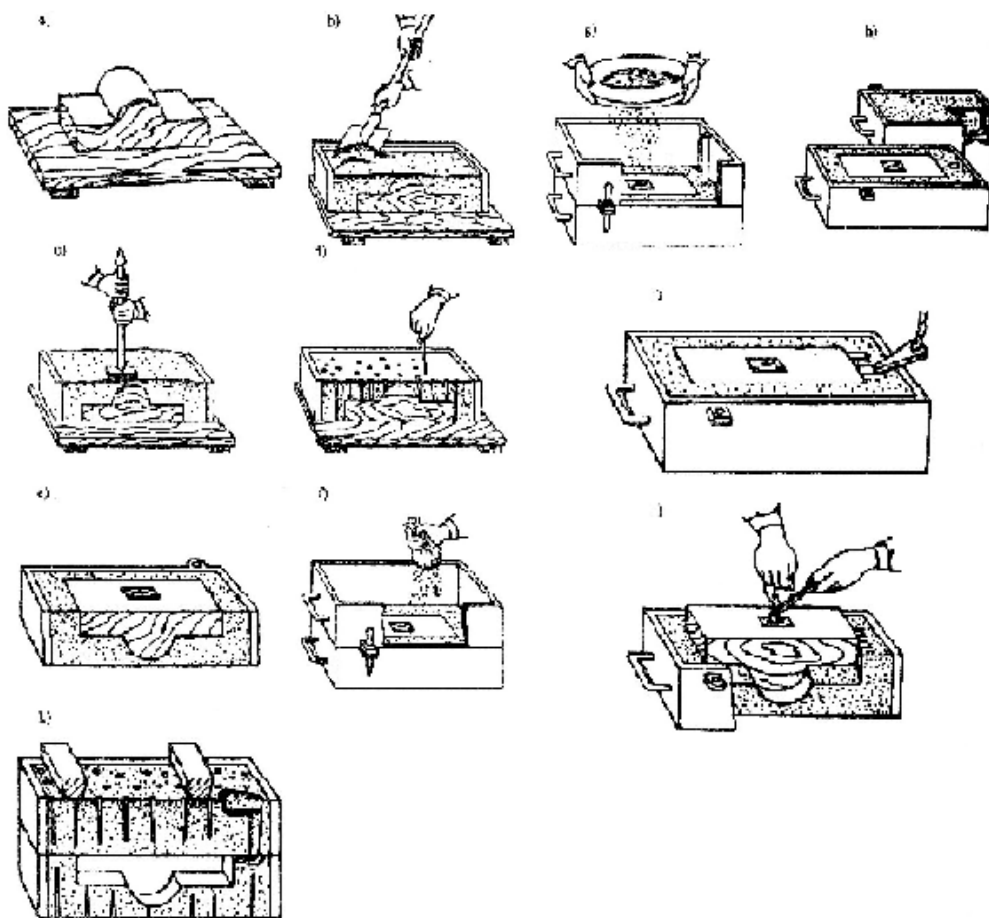


Rysunek 6. Schemat przygotowania masy formierskiej.

Formowanie.

Formowanie ręczne.

Formuje się następująco : modele układa się w skrzynce na płycie formierskiej, posypuje się go bardzo drobnym piaskiem, zasypuje masę formierską, którą ubija się ręcznie (rysunek 7). Formę nakłuwą się, aby zapewnić odpływ gazów podczas zalewania. Skrzynkę obraca się o 180° i ustawia na tej samej płycie formierskiej. Na skrzynkę nakłada się drugą pustą skrzynkę formierską, ustawia w niej model wlewu i przelewu, sypie warstwami masę formierską, ubija się ją, zgarnia nadmiar, nakłuwą, wyjmują modele wlewów i przelewów i wykonuje łyżką formierską wgłębienia wlewowe i przelewowe. Następnie zdejmuje się skrzynkę górną, usuwa model, naprawia uszkodzenie formy i ponownie posypuje formę bardzo drobnym piaskiem, po czym nakłada się drugą skrzynkę i ustala jej położenie sworzniami. Górną skrzynkę obciąża się dodatkowo ciężarami, które chronią ją przed uniesieniem w momencie wlewania ciekłego metalu.



Rysunek 7. Schemat formowania ręcznego w dwupołówkowej skrzynce formierskiej.

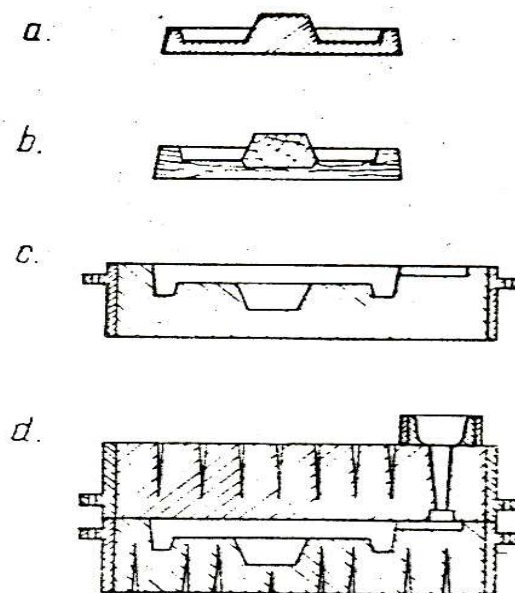
a — ustawienie modelu na płycie podmodelowej, b — ustawienie skrzynki formierskiej i pokrycie modelu warstwą masy przymodelowej oraz wstępne jej zagęszczenie i nasycenie masy wypełniającej, c — zagęszczanie masy, d — usunięcie nadmiaru masy i wykonanie kanałów do odgazowania, e — odwrócenie formy o 180° i wygładzenie jej powierzchni, f — nałożenie górnej połowki skrzynki i osypanie formy piaskiem, g — ustawienie układu wlewowego, nasycenie masy przymodelowej oraz nałożenie masy wypełniającej i jej zagęszczenie, h — zdjęcie górnej części formy i wykonanie elementów układu wlewowego, i — ułożenie połowek skrzynki na płycie podmodelowej, j — obicie i wyjęcie modelu z formy, k — złożenie formy

Formowanie mechaniczne

W produkcji masowej formowanie ręczne jest nieopłacalne z uwagi na dużą pracochłonność i wysokie koszty. Proces wykonania form przyspiesza formowanie maszynowe, które zapewnia wysoką jakość i dużą dokładność odtwarzanych kształtów odlewu oraz obniża koszty wytwarzania.

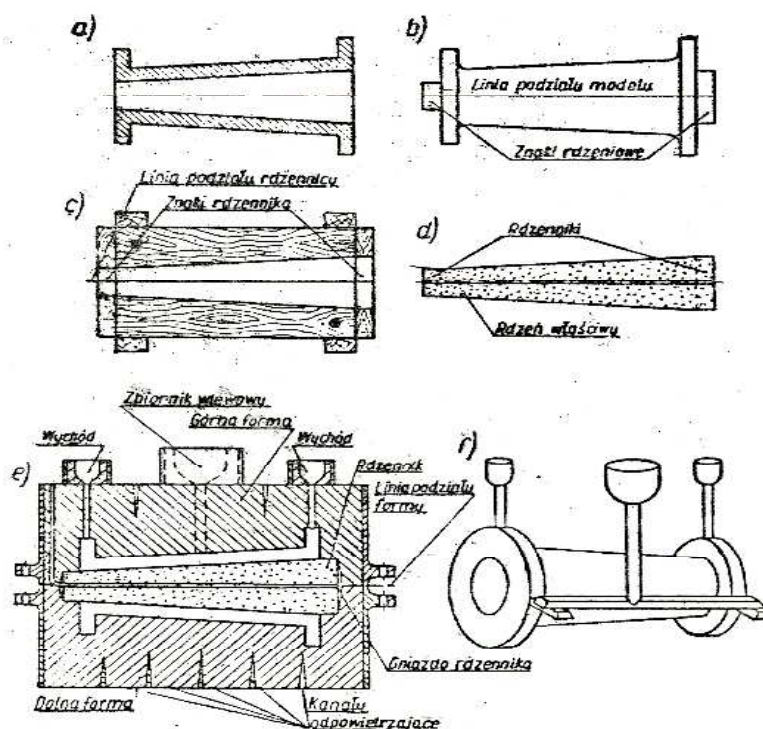
Do formowania maszynowego służą maszyny formierskie zwane formierkami. Formuje się w nich wyłącznie modele metalowe. Modele umocowane na stole do metalowej płyty podmodelowej tworzą wraz z nią tzw. płytę modelową. Do formowania maszynowego są używane płyty modelowe jednostronne, dwustronne i rewersyjne.

Przykłady wykonania odlewów.



Rysunek 8. Przykład wykonania odlewu tarczy sprzęgła przy zastosowaniu modelu naturalnego niezdelonego.

a- odlew; b- model; c- forma otwarta; d- forma zamknięta



Rysunek 9. Przykład wykonania odlewu z kołnierzami przy zastosowaniu zespołu modelowego złożonego z modelu dzielonego i rdzennicy.

a- odlew; b- model; c- rdzennica; d- rdzeń; e- złożona forma; f- odlew z układem wlewowym i nadlewami.

Końcowe prace przy otrzymywaniu odlewów :

- **wybijanie odlewów** (wyjmowanie odlewów z formy przeprowadza się po pewnym czasie przebywania odlewu w formie, licznym od momentu zalania. Czas przebywania odlewu w formie dobiera się odpowiednio – tak, aby metal zdążył zakrzepnąć, a odlew ostygnąć -dobiera się go doświadczalnie - w zależności od rodzaju tworzywa, wielkości, grubości ścianek odlewu, rodzaju formy i masy formierskiej). Z form jednorazowych usuwa się odlew wraz z masą formierską. Wybijanie : ręczne, mechaniczne (przez: wytrząsarki, kraty wibracyjne, bębny, urządzenia do wypychania).
- **oczyszczanie odlewów** (ma zapewnić usunięcie resztek masy formierskiej i rdzeniowej, przywartej do ścian i wnętrza odlewów oraz uzyskanie możliwie dobrego stanu ich powierzchni) Urządzenia do oczyszczania :
 - grawitacyjne - czyszczenie wskutek uderzania odlewów o siebie – bębnowe,
 - strumieniowe - strumieniem czyszczywa (śrut, piasek, woda),
 - grawitacyjno-strumieniowe,
 - specjalne (wibracyjne, ultradźwiękowe, elektrochemiczne) bez szerszego

zastosowania.

- **wykańczanie odlewów.** Polega na :
 - usuwaniu części układu wlewowego, nadlewów, przelewów, zalewek,
 - wstępnej obróbce mechanicznej (skrawanie, szlifowanie),
 - zabezpieczeniu przed korozją.

Wady odlewów :

Wady kształtu : uszkodzenie mechaniczne, niedolew, niedotrzymanie wymiarów, zalewka, przestawienie, wypchnięcie, wypaczenie. Stwierdza się na podstawie oględzin i pomiarów kontrolnych.

Wady powierzchni : między innymi :chropowatość, wżarcie, pęcherze, fałdy, strupy, wgniecenie, nadtopienie, zanieczyszczenia, naloty itp.

Wady ciągłości : pęknięcia, naderwanie, niespawy.

Wady wewnętrzne : np. bąbel, pęcherz, sitowatość, jama skurczowa, zażużlenie, segregacja itp. Stwierdza się po obróbce mechanicznej w wyniku prześwietlania promieniami rentgena lub badaniem ultradźwiękowym.

Wady materiału : skład chemiczny niezgodny z warunkami technicznymi, złe własności użytkowe i wytrzymałościowe itp. Stwierdza się na podstawie analizy chemicznej, badań metalograficznych, wytrzymałościowych itp.

Przyczyny występowania wad :

1. niewłaściwa konstrukcja odlewu,
2. wadliwa konstrukcja lub wykonanie modelu,
3. niewłaściwy materiał formierski,
4. nieodpowiednie wykonanie formy,
5. niewłaściwe przygotowanie stopu,
6. źle dobrane warunki zalewania formy,
7. niewłaściwie wykonane wybijanie, czyszczenie i wykańczanie odlewu.

Główną przyczyną wad jest forma (niewłaściwy materiał formierski, nieodpowiednie wykonanie) oraz warunki zalewania formy.

Naprawa odlewów wadliwych. Naprawia się głównie wady kształtu, powierzchni i ciągłości.

Najważniejsze sposoby naprawiania odlewów wadliwych :

- **prostowanie i usuwanie wad powierzchniowych sposobem mechanicznym** - szlifowanie, ścinanie,
frezowanie, czopowanie (wywiercenie materiału i wstawienie czopów, wkrętów),
- **kitowanie** - nakładanie odpowiednich kitów w miejscach wadliwych,
- **nasycanie odlewów** - usuwanie nieszczelności w odlewach pracujących pod ciśnieniem - stosuje się odpowiednie lakiery, ciekłe metale itp.
- **metalizacja** - wlewanie ciekłego metalu w miejsce wadliwe bez nadtapiania odlewu,
- **spawanie** - usuwanie pęknięć, niedolewów, pęcherzy itp. (spawanie elektryczne łukiem z zastosowaniem elektrod, drutu lub proszków, w atmosferze gazów obojętnych lub bez, na zimno lub po wstępnym podgrzaniu),
- **lutowanie** - nagrzanie odlewu palnikiem i uzupełnienie niedoboru,
- **nadlewanie** - uzupełnienie uszkodzonych części odlewu lub niedolewów - stosowane w przypadku odlewów o dużej masie,
- **zastosowanie obróbki ciepłej odlewu** - uzyskanie odpowiedniej struktury i właściwości odlewu.

Specjalne metody odlewania :

1. odśrodkowe,
2. pod ciśnieniem,
3. ciągłe