

Definicje

- **Odlewnictwo** jest to dział technologii metali, obejmujący wytwarzanie przedmiotów przez wypełnianie odpowiednio przygotowanych form odlewniczych ciekłym tworzywem. Wykonany w ten sposób przedmiot nazywamy **odlewem**, który może być wykonany z różnych tworzyw, z żeliwa, staliwa, metali nieżelaznych.
- **Forma odlewnicza** jest to element lub zespół elementów, które odpowiednio złożone tworzą wnękę formy odlewniczej o kształtach odpowiadających kształtom odlewu. W praktyce odlewniczej stosowane są formy jednorazowe i trwałe (metalowe).

Klasyfikacja procesów wytwarzania odlewów

Realizacja podstawowych procesów odlewniczych może przebiegać w bardzo różnorodny sposób.

Procesy wytwarzania odlewów klasyfikuje się w różny sposób, w zależności od charakterystycznego podstawowego procesu odlewniczego, wchodzącego w ich skład.

Kryteria klasyfikacji:

- rodzaj formy oraz jej materiał i rodzaj modelu
- sposób zapełniania formy
- grupa stopów, do której należy materiał odlewu

Klasyfikacja metod odlewniczych

METODY WYTWARZANIA ODLEWÓW

Odlewanie grawitacyjne

Topienie lub odlewanie w próżni lub atmosferze ochronnej

Odlewanie ciśnieniowe

w formach jednorazowych

w formach trwałych

w formach piaskowych

formowanie w gruncie

formowanie w rdzeniach

formowanie na sucho

formowanie na wilgotno

formowanie pod
wysokimi naciskami

proces CO₂

formowanie próżniowe

formowanie przez
zamrażanie

formowanie w żywicznych
masach samoutwardzalnych

formowanie w masach
cementowych

formowanie skorupowe

formowanie w żywicznych
masach termoutwardzalnych

proces wypalanych modeli

w formach ceramicznych
i ogniotrwałych

proces wytapianych
modeli

proces Shawa

odlewanie w innych
formach ceramicznych

formowanie w masach
ogniotrwałych

w formach metalowych

w kokitach grawitacyjnie

pod niskim ciśnieniem

próżniowo-ciśnieniowe

w formach drgających

odlewanie ciągłe i półciągłe

w formach półtrwałych
i trwałych niemetalowych

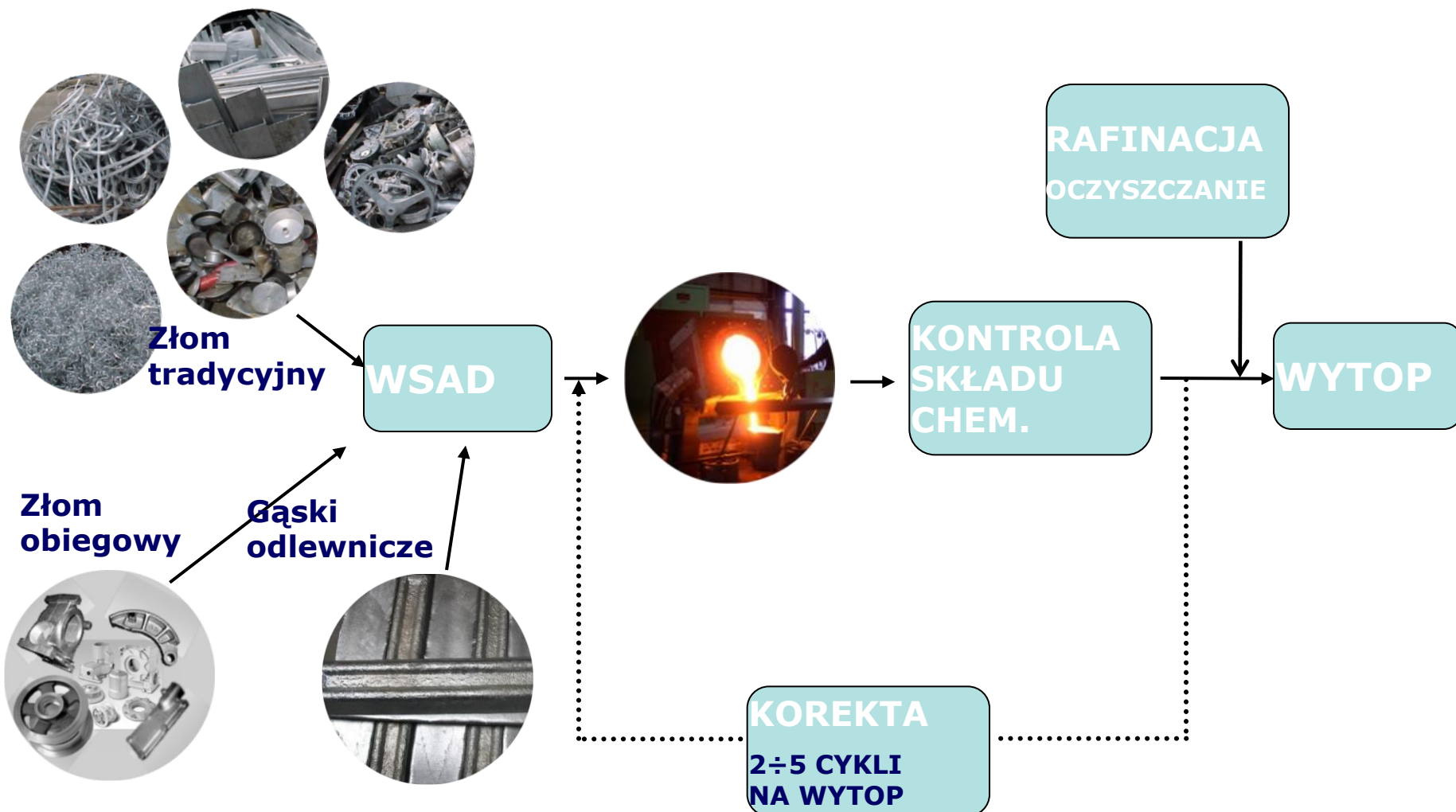
odlewanie pod ciśnieniem

odlewanie z krzepnięciem
pod ciśnieniem

specjalne metody
odlewania ciśnieniowego

odlewanie odśrodkowe

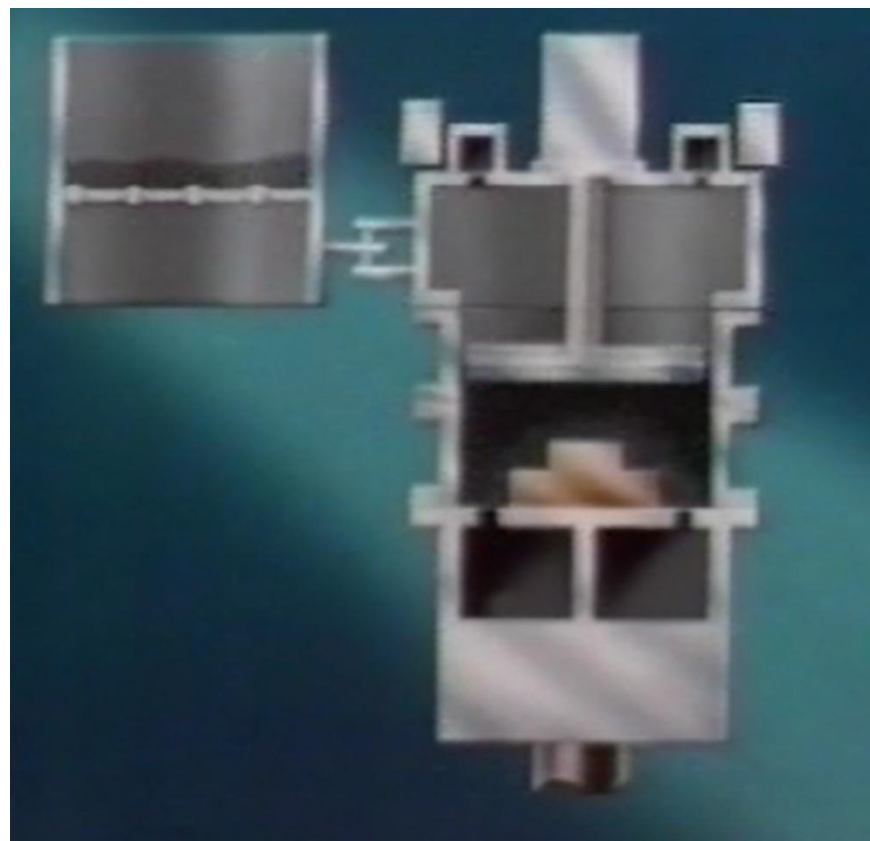
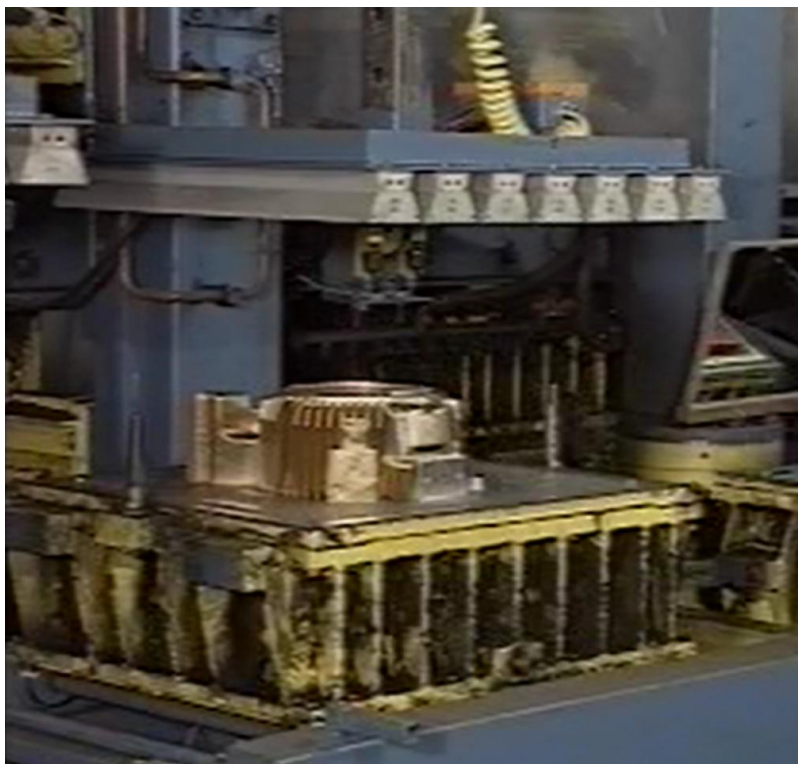
Przebieg procesu wytopu



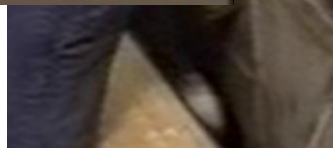
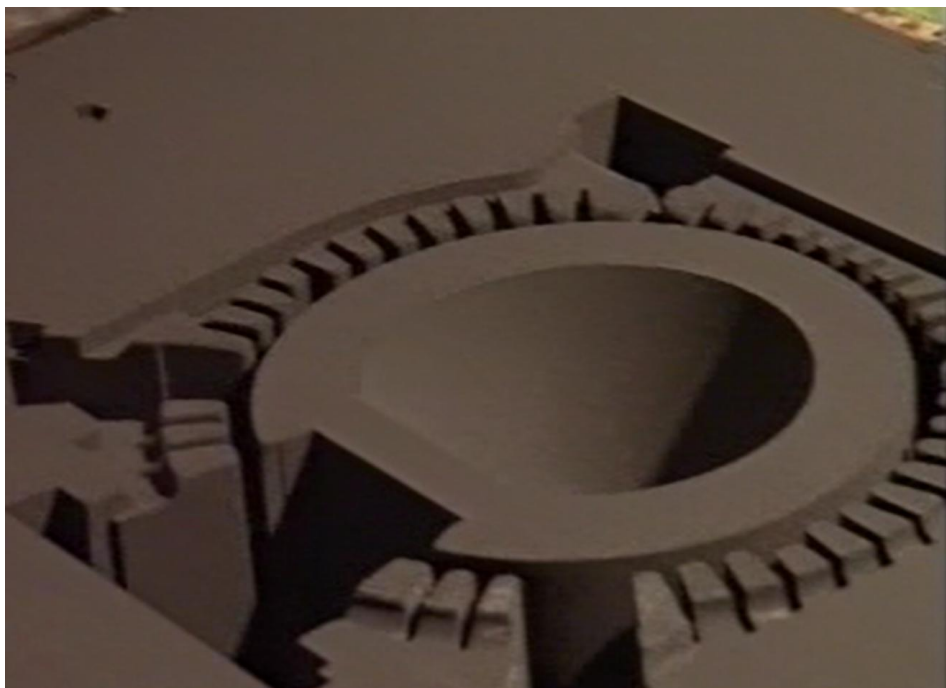
Zjawiska występujące przy wypełnianiu form



Formy jednorazowe – piaskowe z syntetycznej (bentonitowej)
masy formierskiej (formowanej na wilgotno)
AUTOMATYCZNA LINIA FORMIERSKA



Formy jednorazowe – piaskowe z syntetycznej (bentonitowej)
masy formierskiej (formowanej na wilgotno)
AUTOMATYCZNA LINIA FORMIERSKA



Formy jednorazowe – piaskowe z syntetycznej (bentonitowej)
masy formierskiej (formowanej na wilgotno)
AUTOMATYCZNA LINIA FORMIERSKA



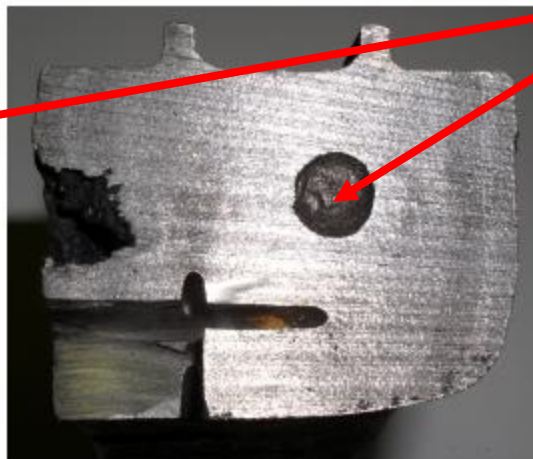
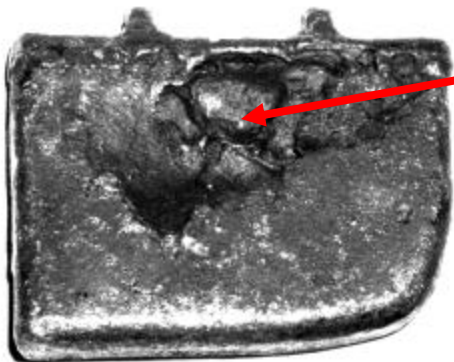
Formy jednorazowe – piaskowe z syntetycznej (bentonitowej)
masy formierskiej (formowanej na wilgotno)
AUTOMATYCZNA LINIA FORMIERSKA



Zjawiska występujące przy wypełnianiu form

- Wypełnianie formy ciekłym metalem jest podstawowym działaniem w celu otrzymania odlewu. Struga ciekłego metalu płynie najpierw w kanałach, zwanych układem wlewowym, a następnie wpływa do wnęki formy, wypełniając ją całkowicie. Przepływ ten najczęściej odbywa się w wyniku działania tylko sił ciężkości i wówczas mówimy o odlewaniu grawitacyjnym. Może także zachodzić przy udziale dodatkowego ciśnienia lub z udziałem sił odśrodkowych, w formach poddanych ruchowi obrotowemu.
- Sposób wypełniania formy wpływa na jakość odlewów. Zbyt mała lub zbyt duża prędkość albo temperatura zalewania oraz nieodpowiednio ukształtowane kanały układu wlewowego mogą być przyczyną wystąpienia wielu wad odlewniczych, takich jak niedolewy (niewypełnienie wszystkich przestrzeni wnęki formy), zanieczyszczenia wewnętrzne i powierzchniowe odlewu oraz inne, a także prowadzić do niszczenia form zarówno jednorazowych (przed ich wypełnieniem), jak i trwałych (przyśpieszone zużycie).

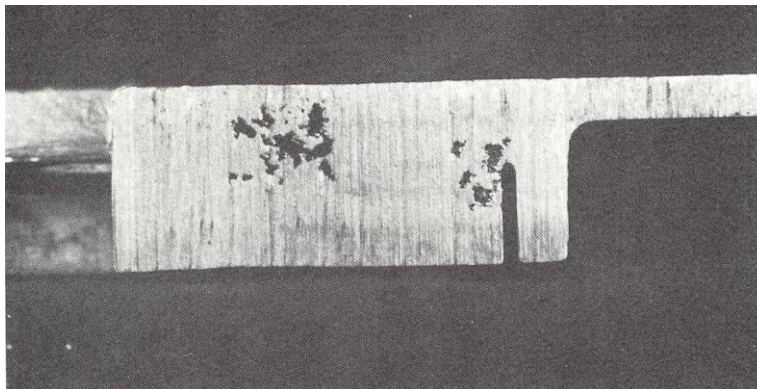
Zjawiska występujące przy wypełnianiu form



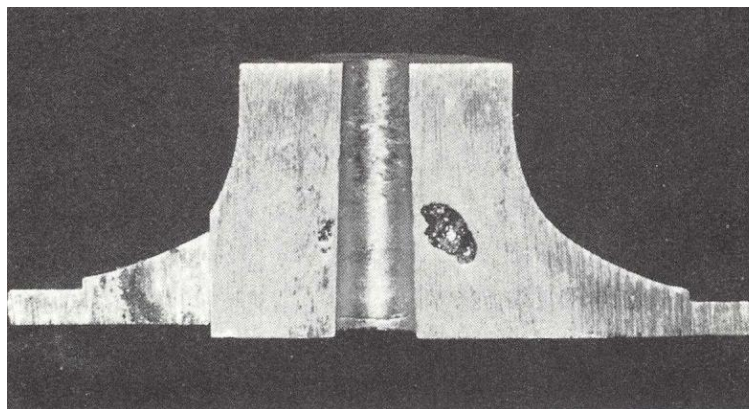
WADA TYPU
JAMA SKURCZOWA



Zjawiska występujące przy wypełnianiu form



Odlew z siluminu (6% Si, 4% Cu), o wymiarach 300×250 mm i masie 4 kg, z jamą skurczową wewnętrzną, spowodowaną nadmierną grubością ścianek i niewystarczającym zasilaniem.

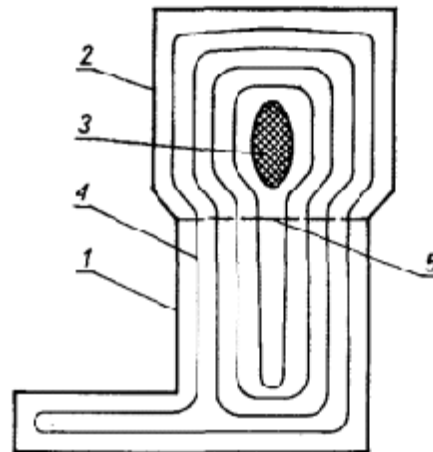


Odlew kokilowy z siluminu (12% Si) - średnica 170 mm, wysokość 65 mm, masa 1,4 kg. Wlew w kształcie ogórka. Jama skurczowa wewnętrzna spowodowana zbyt dużą koncentracją materiału.

Zapobieganie: Zmiana konstrukcji. Zmiana stopu. Zmiana temperatury kokili.

Zjawiska występujące przy wypełnianiu form

- Wewnętrzna wada skurczowa w odlewie jest z reguły niedopuszczalna. Aby jej zapobiec, wnękę formy rozbudowuje się, zaopatrując odlew w dodatkowe elementy, z których metal w czasie krzepnięcia odlewu przepływa do użytecznej części odlewu w celu skompensowania braków metalu wynikłych podczas jej skurczu. Taki proces nazywa się zasilaniem, te dodatkowe elementy zaś, w których ostatecznie lokalizuje się jama skurczowa, są zwane nadlewami lub zasilaczami. Nadlewy, podobnie jak układ wlewowy, odcina się lub odłamuje po usunięciu odlewu z formy.

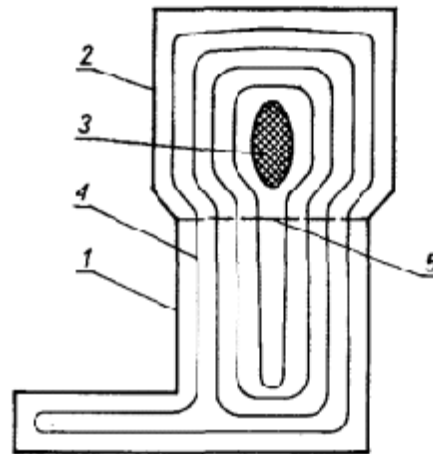


Schemat działania nadlewu; 1 – odlew, 2 – nadlew, 3 – jama skurczowa, 4 – kontury kolejnych krzepnących warstw, 5 – linia odcięcia nadlewu w zakrzepłym odlewie

- Skurcz krzepnięcia (~2D)

Zjawiska występujące przy wypełnianiu form

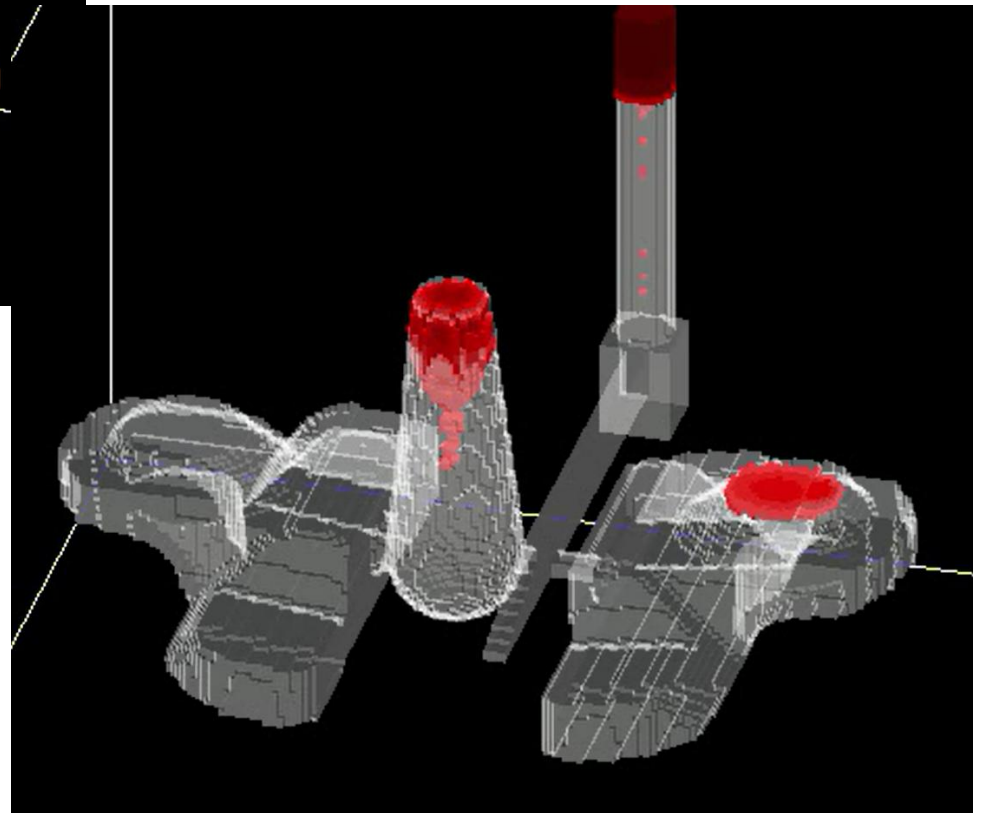
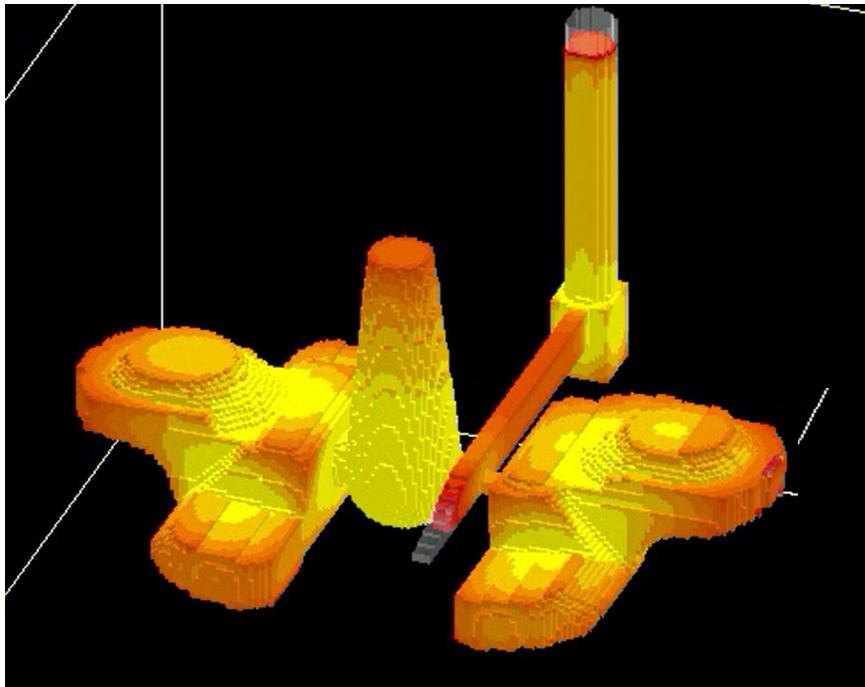
- Wewnętrzna wada skurczowa w odlewie jest z reguły niedopuszczalna. Aby jej zapobiec, wnękę formy rozbudowuje się, zaopatrując odlew w dodatkowe elementy, z których metal w czasie krzepnięcia odlewu przepływa do użytecznej części odlewu w celu skompensowania braków metalu wynikłych podczas jej skurczu. Taki proces nazywa się zasilaniem, te dodatkowe elementy zaś, w których ostatecznie lokalizuje się jama skurczowa, są zwane nadlewami lub zasilaczami. Nadlewy, podobnie jak układ wlewowy, odcina się lub odłamuje po usunięciu odlewu z formy.



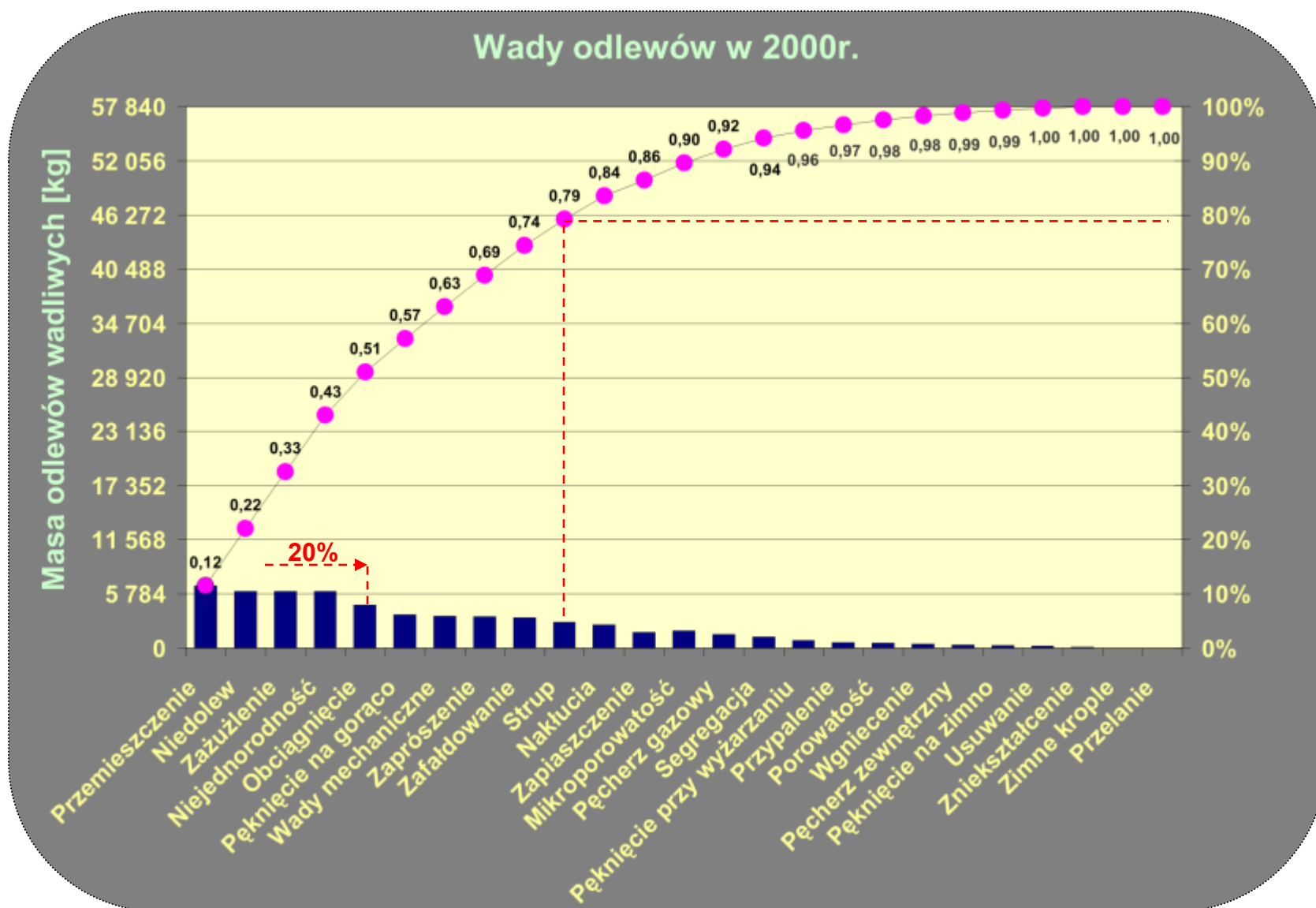
Schemat działania nadlewu; 1 – odlew, 2 – nadlew, 3 – jama skurczowa, 4 – kontury kolejnych krzepnących warstw, 5 – linia odcięcia nadlewu w zakrzepłym odlewie

- Skurcz krzepnięcia (~3D)

Zasilanie odlewów - NADLEW

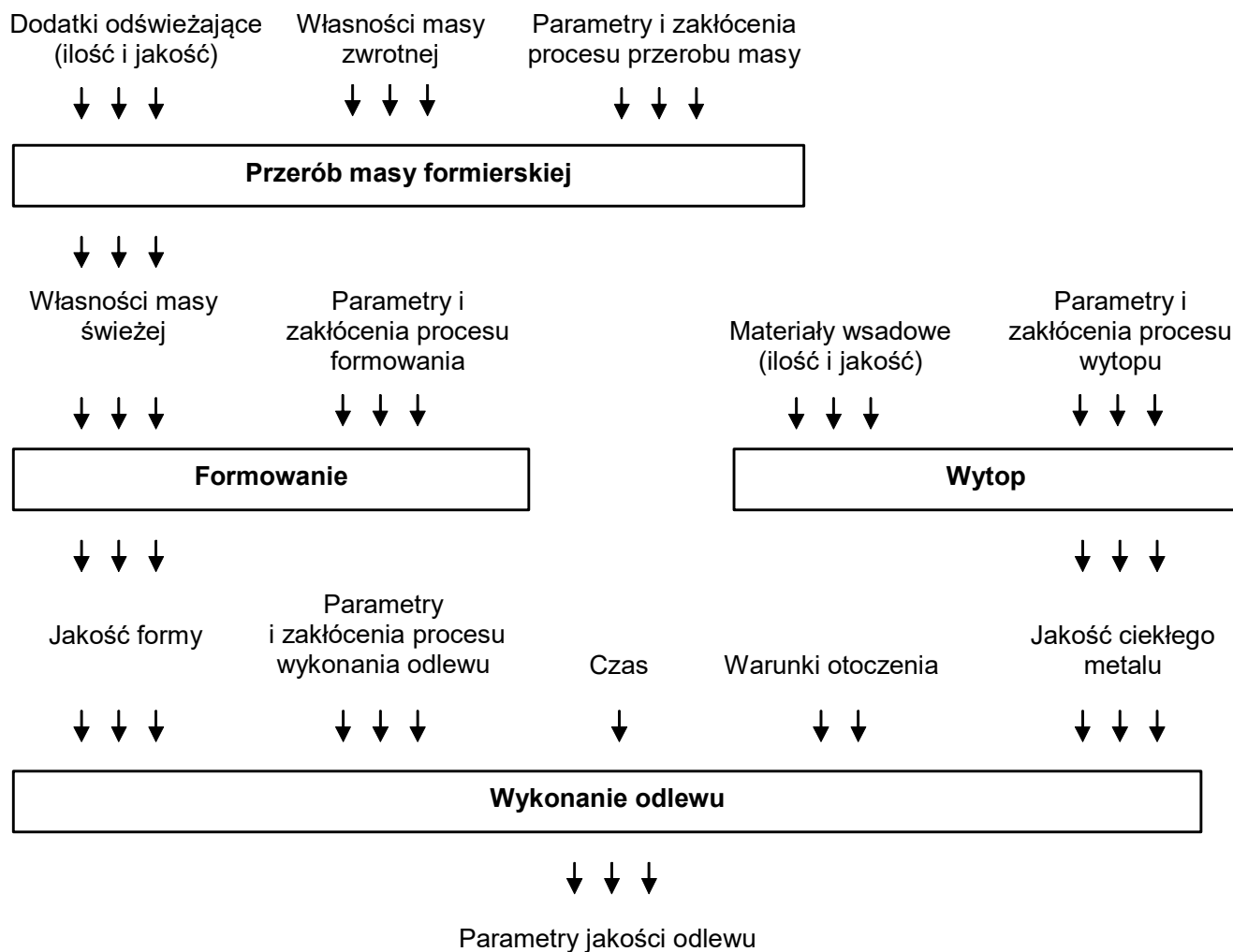


Charakterystyka procesu odlewniczego - Diagram Pareto



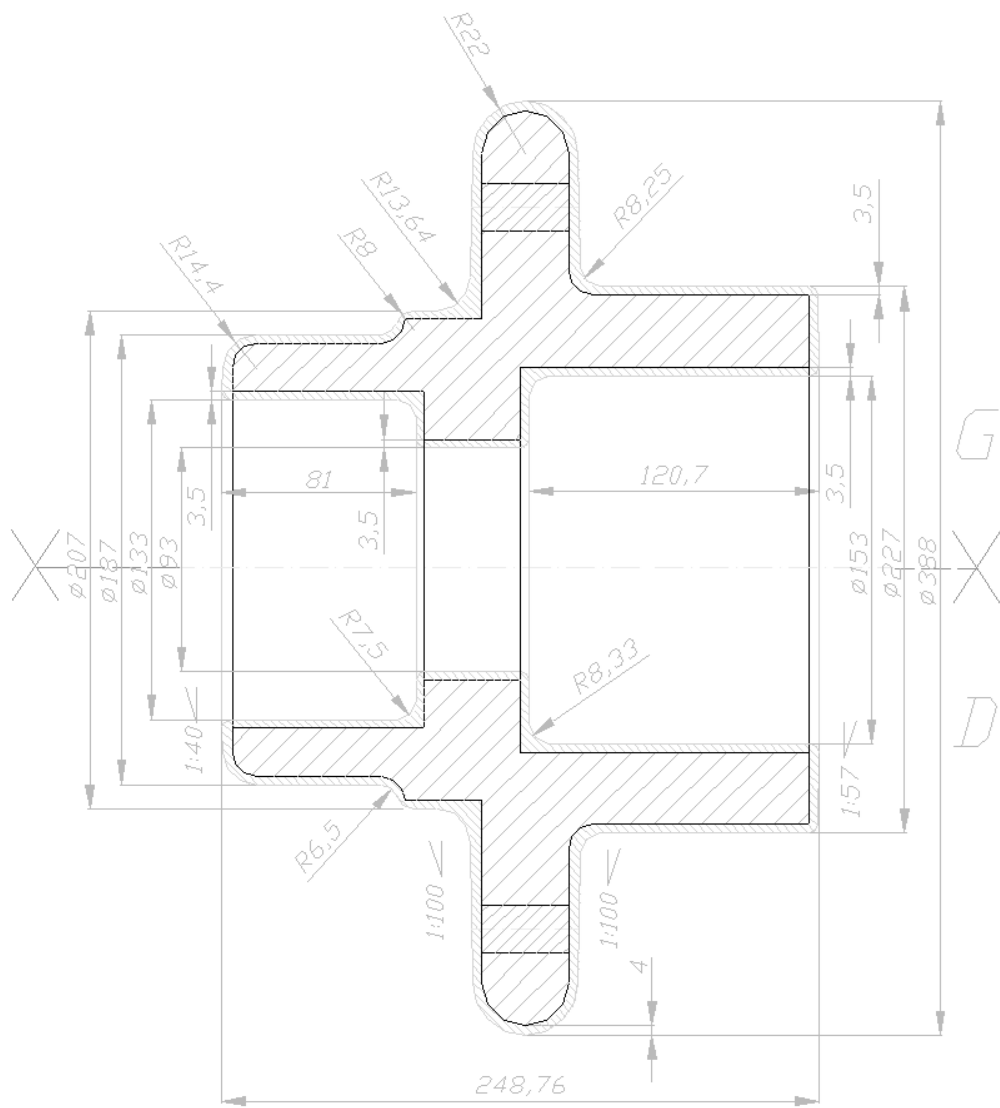
FORMY JEDNORAZOWE

- Modelle jakości procesów wytwórczych w typowej odlewni.



Rodzaj obróbki	Chropowość R_a													
	80	40	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,32	0,16	0,08	0,04	0,02	0,01
A. Obróbka wiórowa														
1. Ścinanie	x													
2. Wykrawanie palnikiem	x	o												
3. Piłowanie:														
a) piłą ramkową	x	x	o											
b) piłą tarczową	x	x	x	o										
c) tarczą szlifierską gumową			x	x	o	o								
4. Piłowanie:														
a) ręczne	x	x	x	x	x	x								
b) maszynowe			x	x	x	o								
5. Wiercenie:														
a) wiertłem spiralnym	x	x	x	x	o									
b) wiertłem płaskim	x	x	x	x	x	o	o							
6. Pogłębianie:														
a) pogłębiaczem cylindrycznym i płytkowym	x	x	x	x	o									
b) pogłębiaczem stożkowym	x	x	x	x	x	o								
7. Rozwiercanie:														
a) rozwiertakiem ze stali szybkoobrotowej					x	x	x	x	o	o				
b) rozwiertakiem z płytkami z węglików spiekanych					x	x	x	x	o	o				
8. Skrobanie:														
a) ręczne				x	x	x	x	x	x					
b) maszynowe				x	x	x	x	x	x	x	o			
9. Toczenie:														
a) czółą		x	x	x	x	x	o	o	o					
b) powierzchni zewnętrznej		x	x	x	x	x	x	x	o	o	o			
c) powierzchni wewnętrznej		x	x	x	x	x	x	x	o	o	o			
d) bardzo dokładne						x	x	x	o	o				
10. Frezowanie:														
a) obwodem freza		x	x	x	x	o	o	o						
b) czółem freza lub głowicą frezową		x	x	x	x	o	o	o						
11. Struganie i dłutowanie	x	x	x	x	x	o	o	o						
12. Przeciąganie:														
a) wewnętrzne			x	x	x	x	x	x	x	o				
b) zewnętrzne			x	x	x	x	x	x	o	o				
13. Wykonywanie gwintów:														
a) narzędziami ręcznymi				x	x	x	o							
b) na tokarkach					x	x	o	o						
c) na frezarkach do gwintów				x	x	o	o							
d) na szlifierkach do gwintów				x	x	x	o	o						
14. Wykonywanie uzębień:														
a) frezowaniem				x	o	o								
b) dłutowaniem i struganiem				x	o									
c) wiórkowaniem						x	x	o	o					

Rodzaj obróbki	Chropowość R_a													
	80	40	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,32	0,16	0,08	0,04	0,02	0,01
15. Wygladzanie papierem ściernym									x	o	o			
16. Szlifowanie:														
a) powierzchni wewnętrznych			x	x	x	x	x	x	o	o				
b) powierzchni zewnętrznych			x	x	x	x	x	x	o	o	o			
c) powierzchni czołowych			x	x	x	x	x	x	o	o	o			
d) bezkłowe			x	x	x	x	x	x	o	o				
e) strumieniowo-ścierne				x	o	o	o	o						
f) anodowe				x	x	o	o	o						
g) elektroerozyjne				x	x	o	o	o						
17. Polerowanie:														
a) elektrolityczne					x	x	o	o	o	o				
b) mechaniczne					x	x	x	o	o	o	o			
18. Obciąganie i honowanie														
19. Docieranie														
20. Bardzo dokładne honowanie i dogładanie												x	x	
B. Obróbka bezwiórowa (odlewy i odkuwki)														
1. Odlewy:														
a) piaskowe	x	x	o											
b) kokilowe		x	x	o										
c) bardzo dokładne			x	o	o									
d) ciśnieniowe			x	o	o									
2. Cięcie na nożycach:														
a) bez docisku	x	o												
b) z dociskiem	x	x	o											
3. Kucie:														
a) bezforemnikowe			x	o										
b) matrycowe			x	x	o	o								
4. Przebijanie otworów	x	x	o	o										
5. Wykrawanie:														
a) wycinanie	x	x	x	o										
b) wygladzanie (obróbka plastyczna)									x	o	o	o		
6. Wyrównywanie				x	x	o	o							
7. Prasowanie na gorąco			x	x	o	o								
8. Spęczanie na zimno				x	x	o								
9. Wybijanie				x	x	o								
10. Prasowanie:														
a) dokładne		x	x	x	o	o	o							
b) wyciskanie przeciwbieżne			x	x	o	o								
11. Walcowanie:														
a) na gorąco		x	x	o	o									
b) na zimno			x	x	o	o	o							
12. Ciągnięcie głębokie (ze zmianą grubości ścianek)						x	o	o						



Klasyfikacja procesów wytwarzania odlewów

Realizacja podstawowych procesów odlewniczych może przebiegać w bardzo różnorodny sposób.

Procesy wytwarzania odlewów klasyfikuje się w różny sposób, w zależności od charakterystycznego podstawowego procesu odlewniczego, wchodzącego w ich skład.

Kryteria klasyfikacji:

- rodzaj formy oraz jej materiał i rodzaj modelu
- sposób zapełniania formy
- grupa stopów, do której należy materiał odlewu

FORMY JEDNORAZOWE

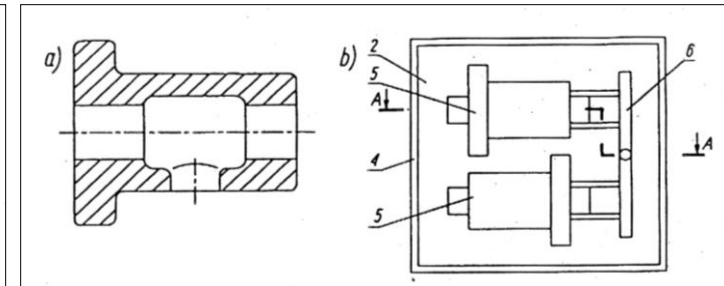
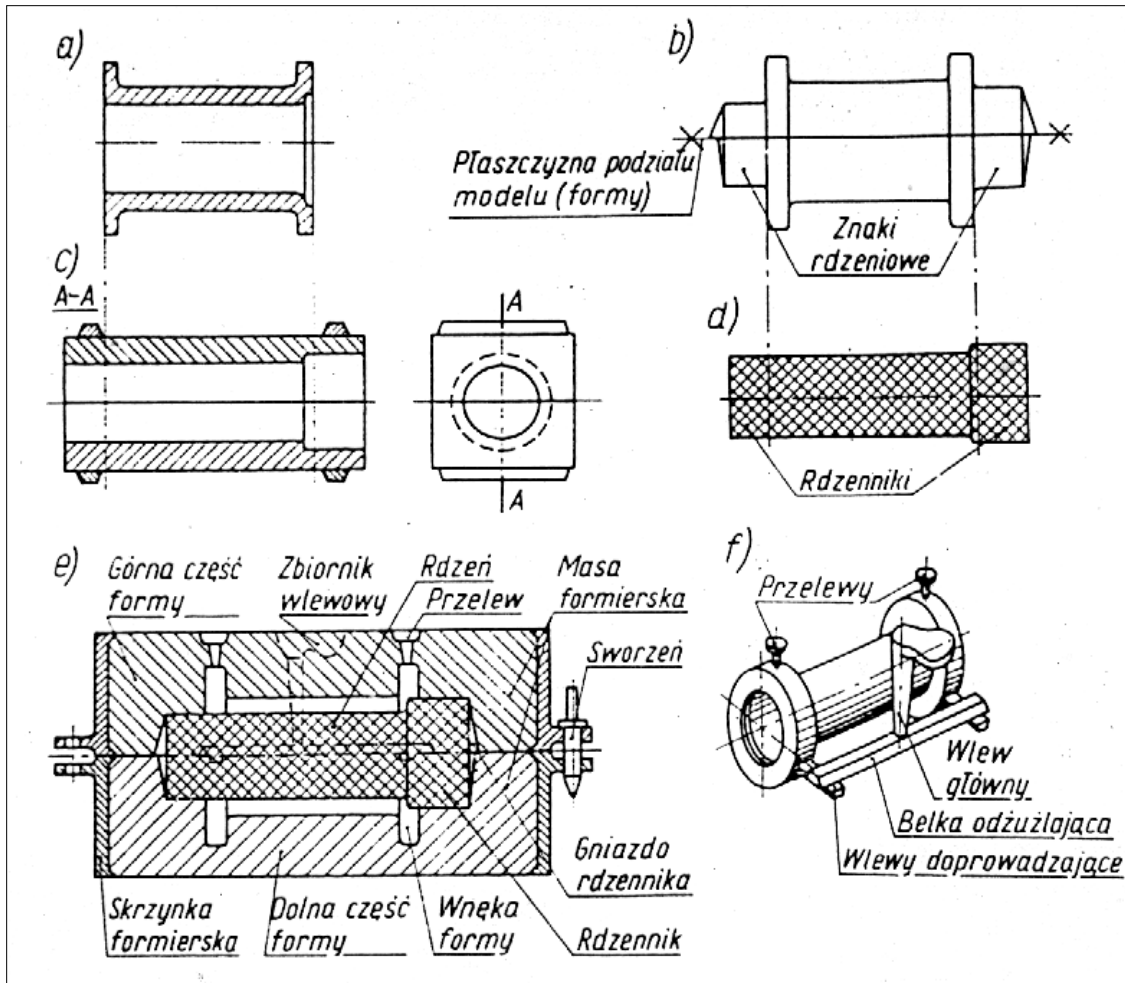
Formy piaskowe wykonane z syntetycznej masy formierskiej

- **Do odtworzenia wnętrza formy używa się modelu** służącego do odtworzenia zewnętrznych kształtów odlewu oraz rdzennicy, w której wykonuje się rdzeń odtwarzający wewnętrzny kształt odlewu. Model jest dzielony wzdłuż powierzchni podziału, co ułatwia formowanie, posiada dwa znaki rdzeniowe, które odtwarzają w formie gniazda rdzenników. W gniazdach tych za pomocą rdzenników mocowany jest rdzeń wykonany z masy rdzeniowej w rdzennicy. W formie oprócz wnętrza odtwarzającej kształt odlewu należy wykonać układ wlewowy, umożliwiający zalanie formy ciekłym metalem. Formę odlewniczą wykonuje się w skrzynkach formierskich, masa formierska poddawana jest zagęszczaniu.

FORMY JEDNORAZOWE

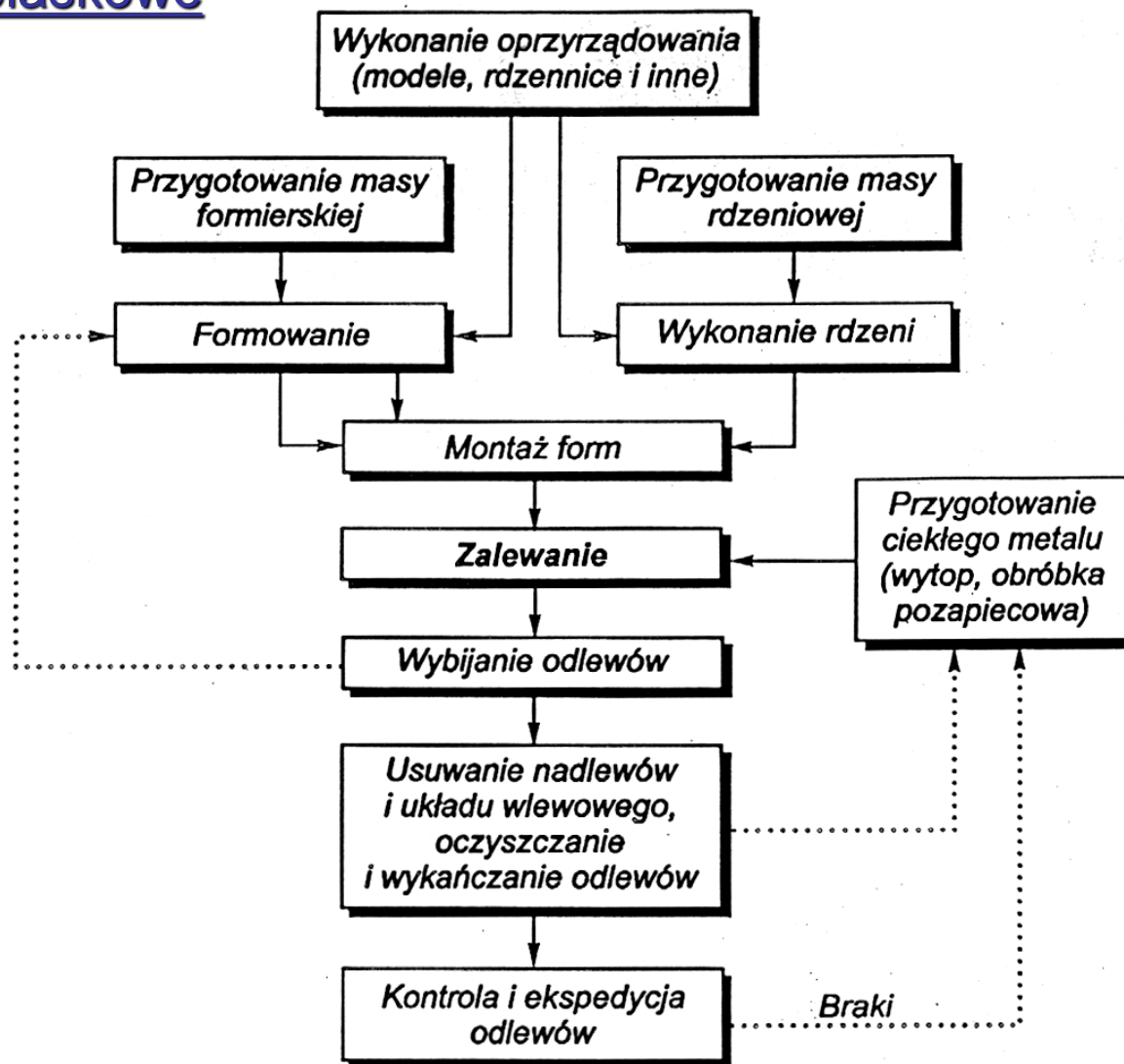
Formy piaskowe

- **Formowaniem**, nazywamy zespół czynności, niezbędnych, do wykonania formy odlewniczej.



FORMY JEDNORAZOWE

Formy piaskowe



Uproszczony schemat wykonania odlewu w formie piaskowej, nie wymagającego obróbki cieplnej

FORMY JEDNORAZOWE

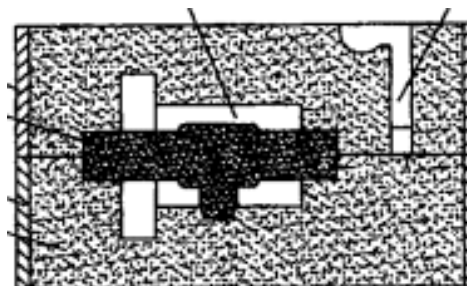
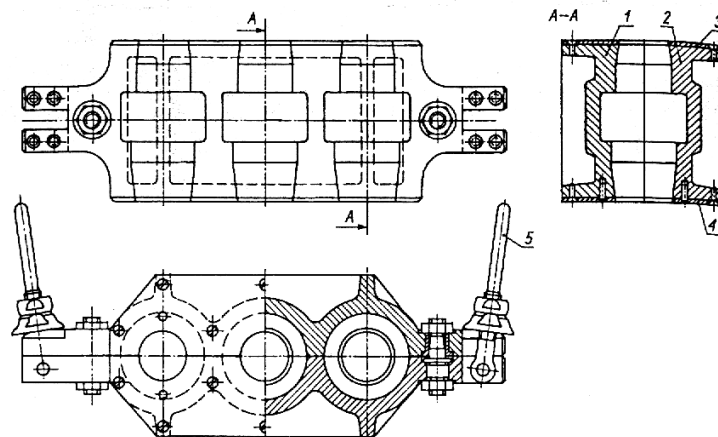
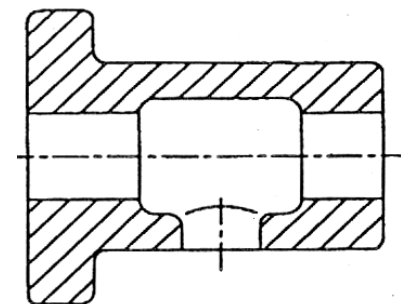
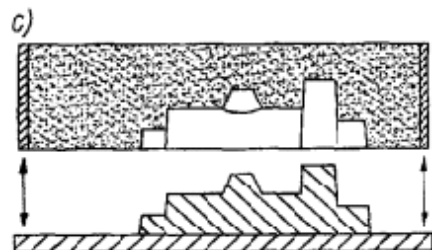
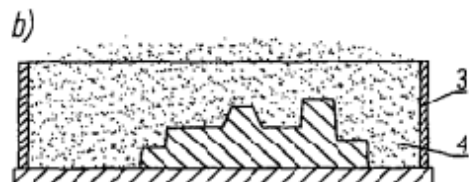
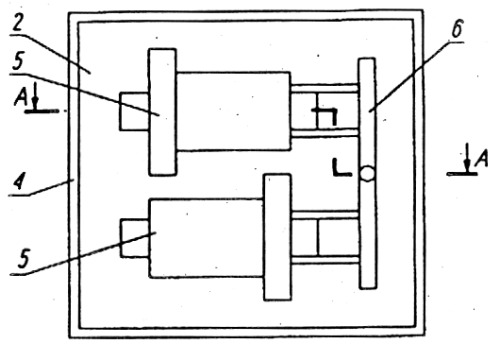
Formy piaskowe

- Przerób masy formierskiej
 - Masa formierska – skład
 - Masa formierska – właściwości

- Obieg masy (masa zwrotna)
- Proces przygotowania masy do procesu formowania (odświeżanie masy formierskiej)

FORMY JEDNORAZOWE

Formy piaskowe



FORMY JEDNORAZOWE

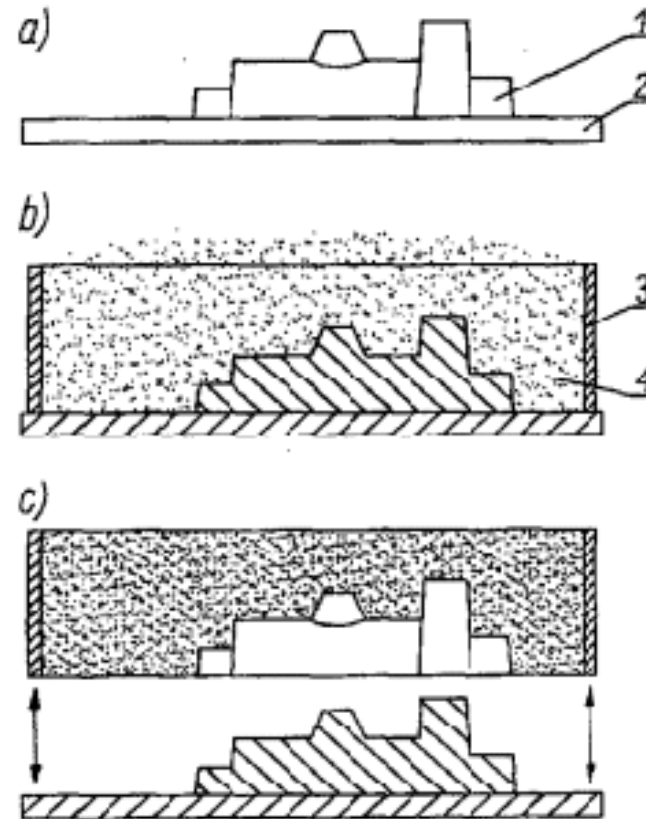
Formy piaskowe

- Proces przygotowania form

Skrzynia formierska

Model

Płyta modelowa



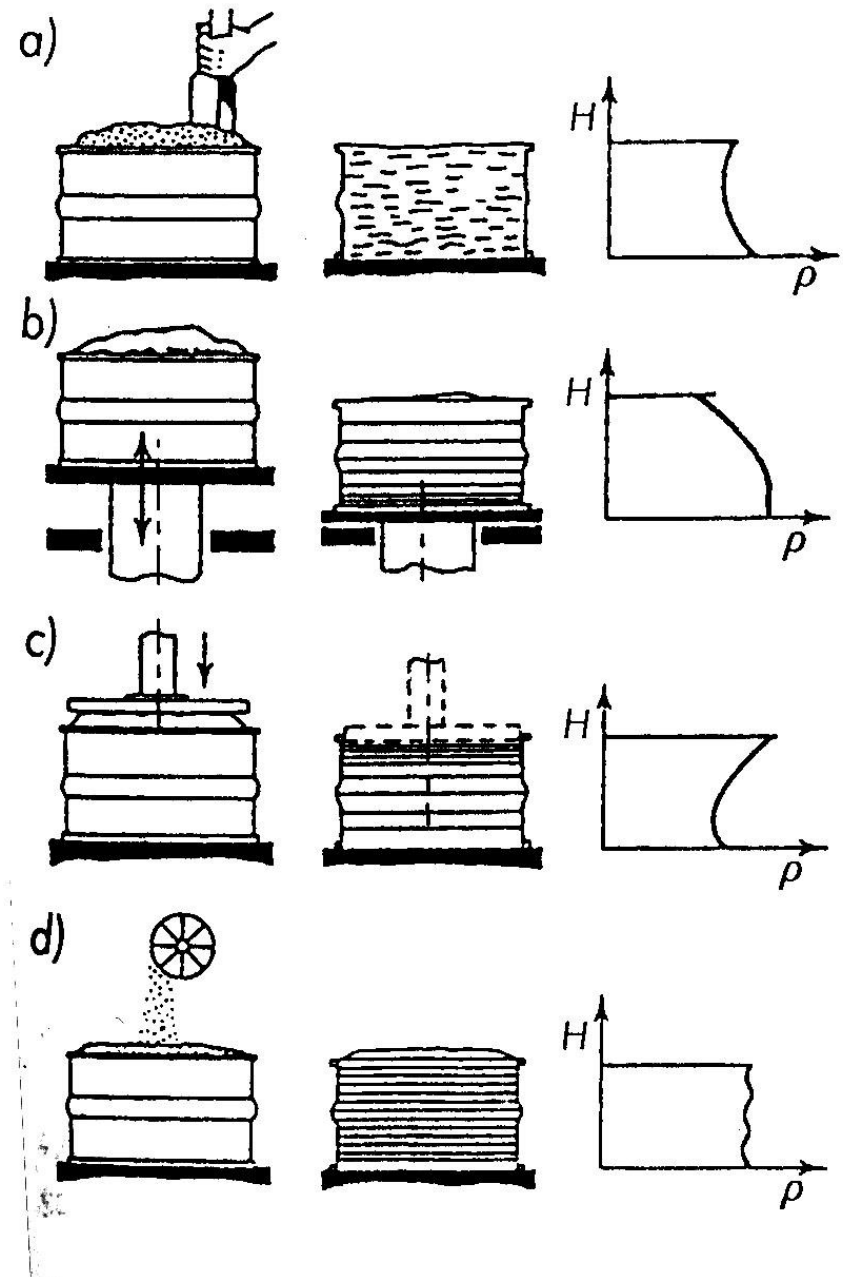
Schemat wykonywania połówek form piaskowych:
a) płyta modelowa (1 – model, 2 – płyta podmodelowa), b) wypełnianie skrzynki masą formierską (3 – skrzynka, 4 – masa), c) oddzielenie połówki formy od modelu

FORMY JEDNORAZOWE

Formy piaskowe

- Proces przygotowania form

Zagęszczanie masy
formierskiej

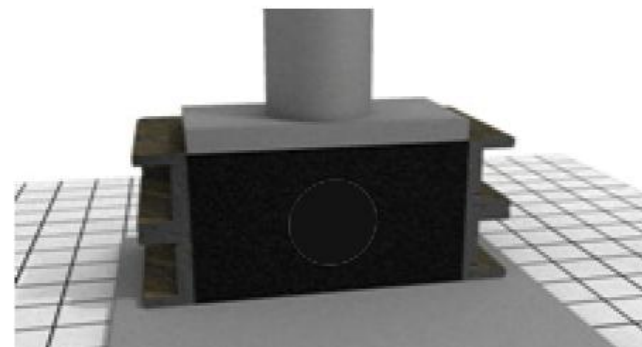
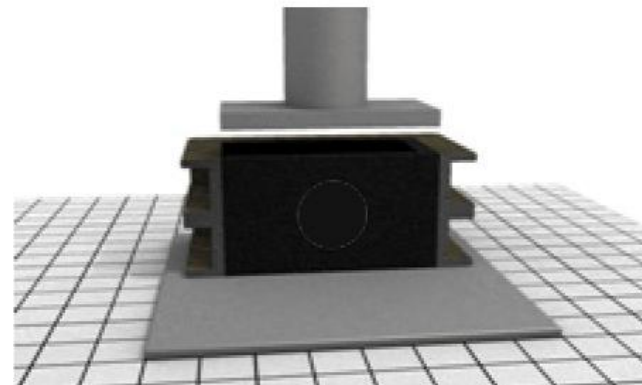
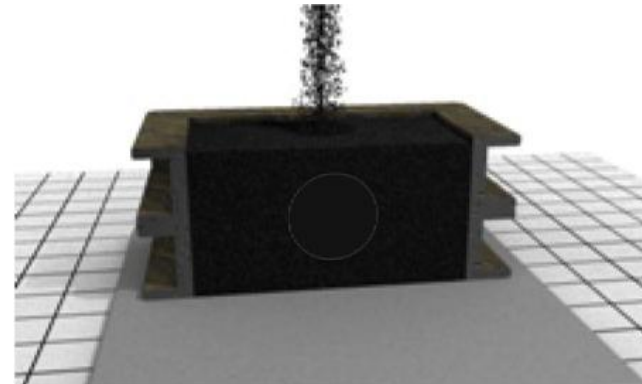


FORMY JEDNORAZOWE

Formy piaskowe

- Proces przygotowania form

Zagęszczanie masy
formierskiej pod
wysokimi naciskami



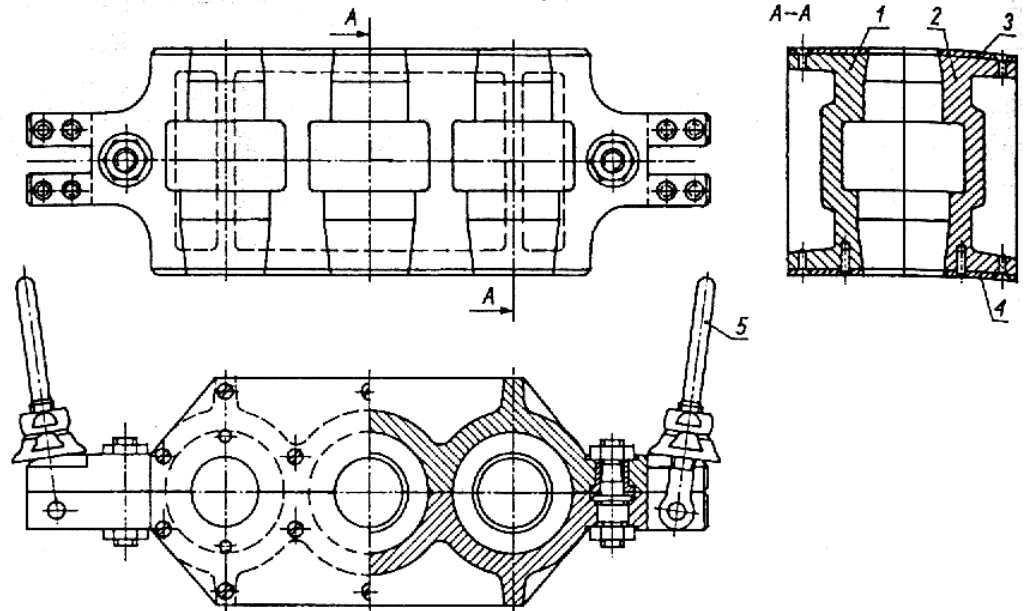
FORMY JEDNORAZOWE

Formy piaskowe

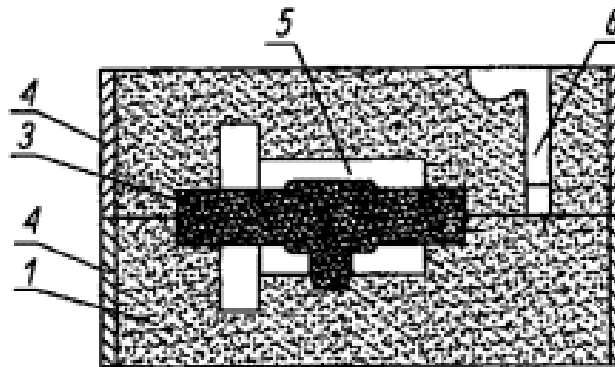
- Proces przygotowania rdzeni

Rdzennica

Wykonywanie rdzeni



Rdzennica ręczna do wykonywania trzech rdzeni; 1 i 2 – połówki korpusu wykonane jako odlewy ze stopu Al, 3 i 4 – nakładki stalowe (zapobiegające zużyciu ściernemu korpusu), 5 – zacisk



FORMY JEDNORAZOWE

Formy piaskowe

Proces przygotowania rdzeni

- Procesy wykonywania rdzeni
 - Cold-box
 - Hot-box

FORMY JEDNORAZOWE

Formy piaskowe

■ Oczyszczanie odlewów

