

ZARYS TECHNOLOGII ODLEWNICTWA

ODLEWNICTWO

Odlewnictwo – proces technologiczny wykonywania przedmiotów metalowych poprzez wypełnianie form odlewniczych stopionym metalem.

ODLEWNICTWO

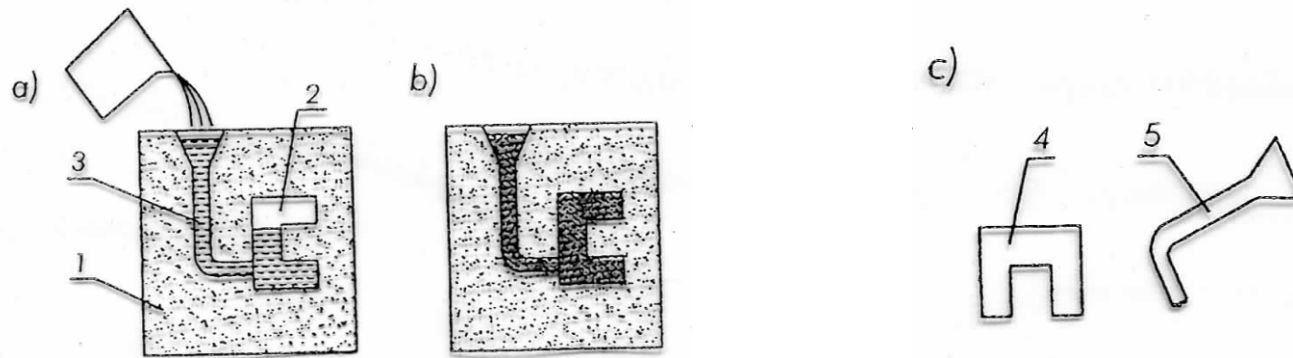
Ze względu na rodzaj wlewanego do formy metalu dzielimy na:

- odlewnictwo żeliwa
- odlewnictwo staliwa
- odlewnictwo metali nieżelaznych ciężkich
- odlewnictwo metali nieżelaznych lekkich.

ODLEWNICTWO

- Wytwarzanie części maszyn i urządzeń w skutek wypełnienia formy ciekłym metalem lub innym materiałem.
- Otrzymany po zakrzepnięciu przedmiot nazywa się **odlewem**

ODLEWNICTWO



Wspólna zasada wszystkich procesów odlewniczych

a) wlanie metalu do formy, b) krzepnięcie i stygnięcie metalu w formie, c) usunięcie odlewu z formy i jego wykończenie;

1 – forma, 2 – wnęka odtwarzająca kształt odlewu, 3 – kanały wlewowe, 4 – gotowy odlew, 5 – usunięte zbędne elementy (złom)

ODLEWNICTWO

Odlew – wyrób metalowy wykonany drogą zalewania form odlewniczych ciekłym metalem.

Forma odlewnicza – zespół elementów, które po złożeniu tworzą gniazdo (wnękę) o kształtach odpowiadających kształtowi odlewu oraz układu wlewowego.

ODLEWNICTWO

Model – przyrząd do odwzorowania w formie odlewniczej kształtów zewnętrznych odlewu

Znaki rdzeniowe – elementy modelu nie odtwarzające odlewu – służące do wykonania gniazd rdzennikowych w które wchodzi rdzenniki rdzenia.

ODLEWNICTWO

Rdzenie – elementy formy odlewniczej odtwarzające kształty wewnętrzne odlewu. Składają się z rdzenia właściwego i rdzennika wchodzącego w gniazda rdzennikowe.

Rdzennica – przyrząd służący do wykonania rdzenia.

Masa formierska i rdzeniowa – mieszanina podstawowych i pomocniczych materiałów formierskich służąca do wykonania form jednorazowych i rdzeni.

OPERACJA WYKONANIA ODLEWU

1. Wykonanie rysunków odlewu, modelu i formy w oparciu o rysunek konstrukcyjny gotowego wyrobu.
2. Wykonanie modeli i skrzynek rdzeniowych (zestawu modelowego).
3. Przygotowanie mas formierskich i rdzeniowych.
4. Wykonanie form i rdzeni.
5. Suszenie rdzeni i niekiedy form.
6. Składanie i przygotowanie form do zalewania.
7. Przygotowanie ciekłego metalu.
8. Zalenie form ciekłym metalem.
9. Wybicie odlewów z form i rdzeni z odlewów.
10. Usunięcie układów wlewowych i oczyszczenie odlewów.
11. Ewentualna obróbka cieplna odlewów z powtórным ich czyszczeniem.
12. Ewentualna naprawa odlewów.
13. Kontrola techniczna i odbiór odlewów.

Rynek odlewów

**Budownictwo, kanalizacja
i instalacje architektury
miejskiej**
17%

Budownictwo:
kotły grzewcze
grzejniki
zawory sieci domowej
wannы
okucia budowlane

Roboty ziemne:
rury sieci wodociągowej
włazy kanalizacyjne
kratki ściekowe i
akcesoria kanalizacyjne

**Instalacje architektury
miejskiej:**
pomniki
fontanny
dzwony
kandelabry

Urządzenia przemysłowe
28%

Transport:
kolejnictwo
okrętownictwo
lotnictwo

**Urządzenia dla
przemysłu ciężkiego:**
hutnictwo, kuziennictwo,
kopalnictwo, dźwigi,
prace ziemne

**Przemysł
elektromaszynowy:**
obrabiarki, silniki, turbiny,
sprężarki, piece, pompy,
zawory, liczniki

Maszyny rolnicze:
ciągniki, sprzęt rolniczy,
urządzenia nawadniające

**Trwałe środki
konsumpcyjne i inne**
55%

**Samochody,
Motocykle, rowery:**
silniki
przekładnie
układy hamulcowe
elementy zawieszenia

**Urządzenia elektryczne
gospodarstwa domowego**
obudowy, części mechan.
sprzętu kuchennego

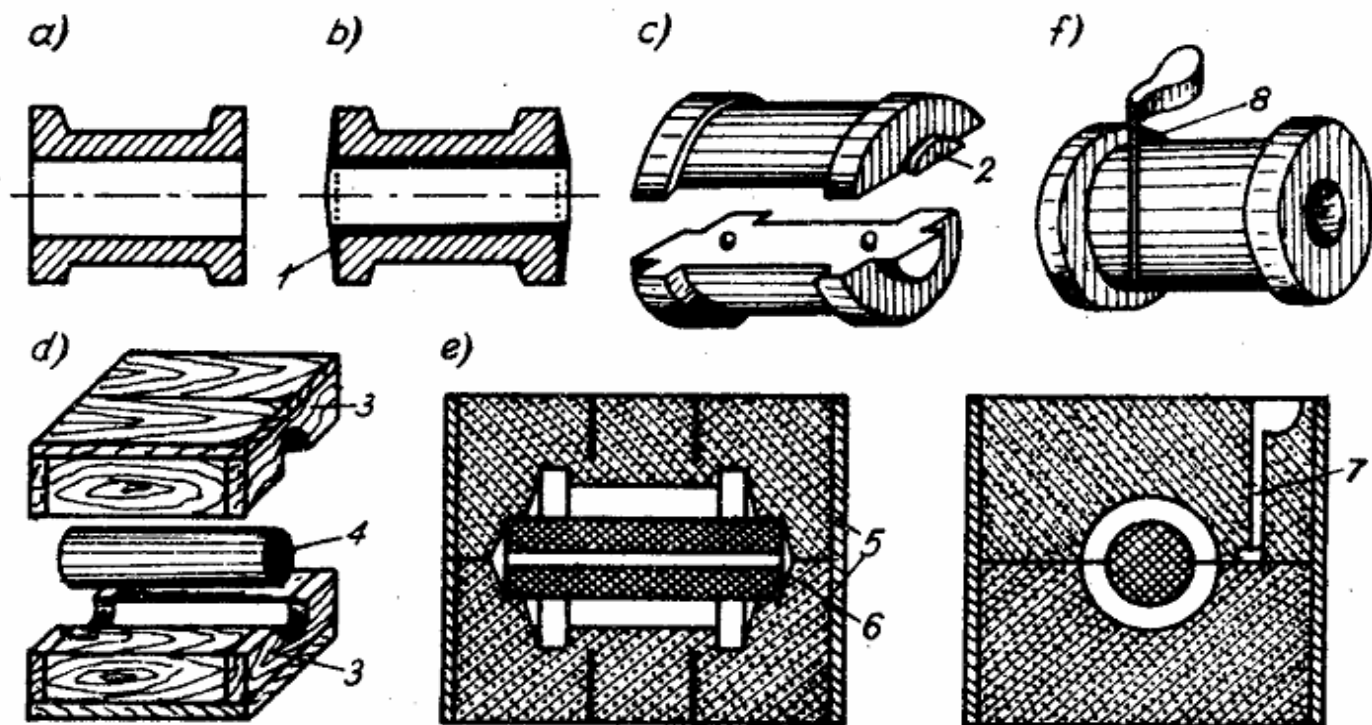
**Przemysł optyczny,
komputerowy, telekom.
i medycyna**
obudowy kamer, komput.
telefonów kom, endoprotezy1

Przemysł zbrojeniowy

ZAGADNIENIA WYSTĘPUJĄCE W PROCESACH ODLEWNICZYCH

- Przygotowanie metalu
- Proces wytopu - przygotowanie określonych składników, stopienie ich i przeprowadzenie odpowiednich reakcji chemicznych (np. przedmuchanie kąpieli obojętnym gazem)
- Przygotowanie form odlewniczych
- Zalewanie formy
- Krzepnięcie metalu

ETAPY WYKONANIA ODLEWU



Etapy wykonania odlewu: a) rysunek gotowego wyrobu, b) rysunek odlewu, c) model, d) rdzennica, e) Złożona forma odlewnicza, f) wybity odlew; 1 – naddatek, 2 – znaki rdzeniowe, 3 – połówki rdzennicy, 4 – rdzeń, 5 – skrzynki formierskie, 6 – gniazda rdzeniowe, 7 – forma układu wlewowego, 8 – układ wlewowy [2]

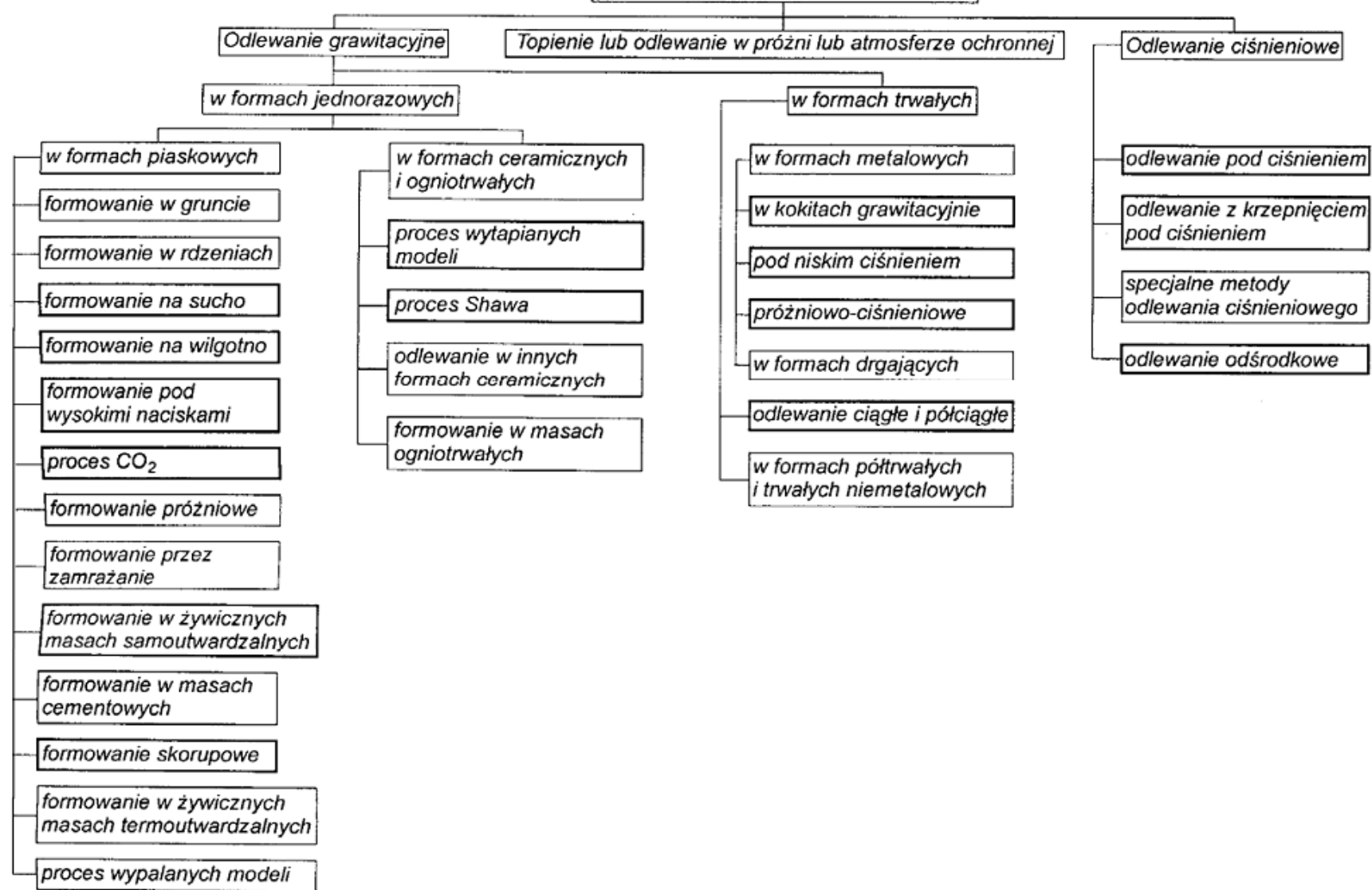
ODLEWNICTWO

Układ wlewowy -system kanałów wykonanych w formie odlewniczej, który powinien spełniać następujące **zadania**:

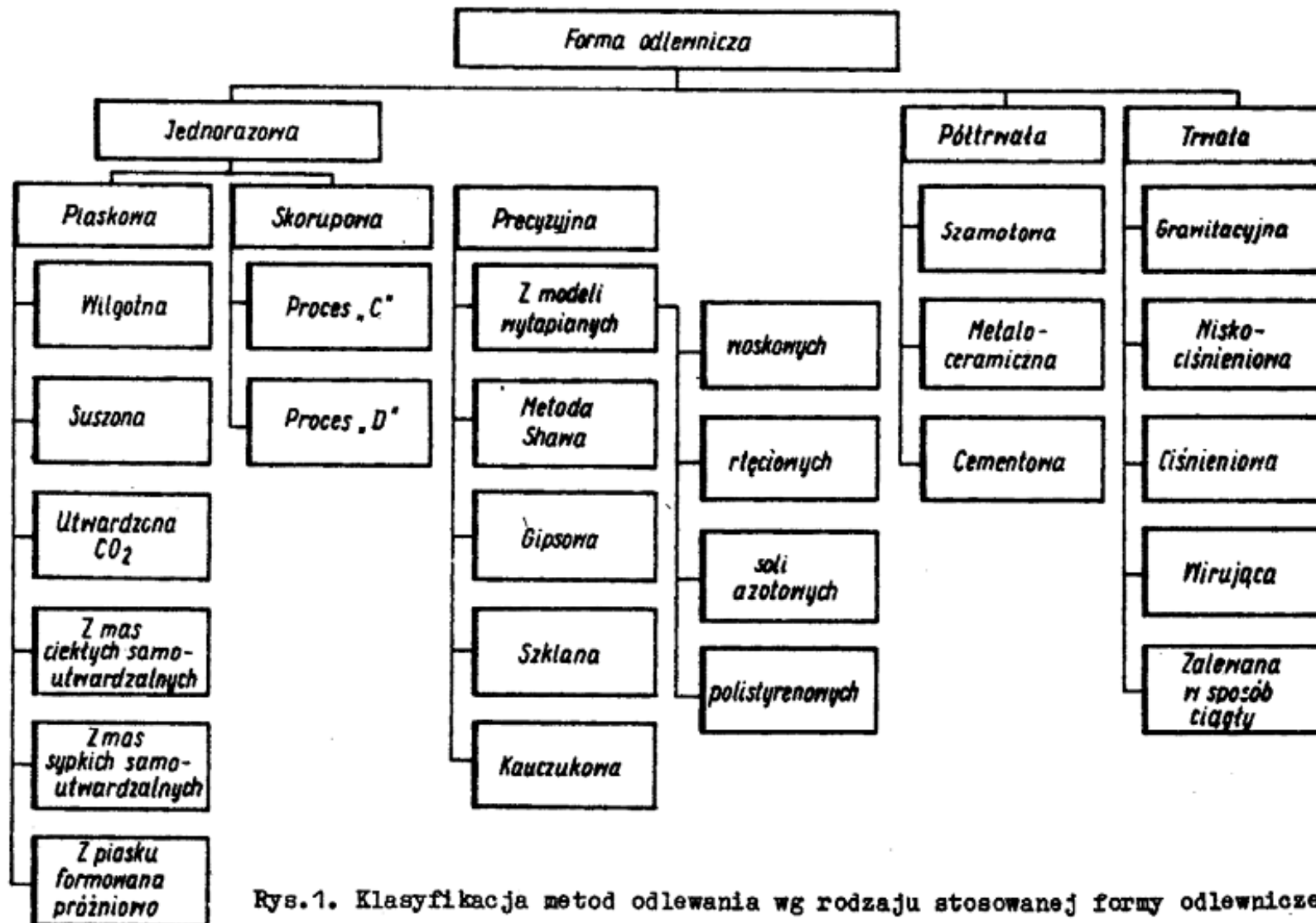
- doprowadzenie ciekłego metalu do ustalonych miejsc wnętrza formy z wymaganą prędkością,
- zatrzymanie płynących z metalem zanieczyszczeń i żużla,
- zasilanie krzepnącego odlewu ciekłym stopem.
- uzyskanie odpowiedniego rozkładu temperatury metalu wypełniającego formę oraz regulowanie zjawisk cieplnych podczas krzepnięcia i stygnięcia odlewu,

Pierwsze trzy zadania spełniać może część wprowadzająca układu wlewowego, natomiast ostatnie zadanie spełniają części układu zwane nadlewami lub ochładzalnikami.

METODY WYTWARZANIA ODLEWÓW

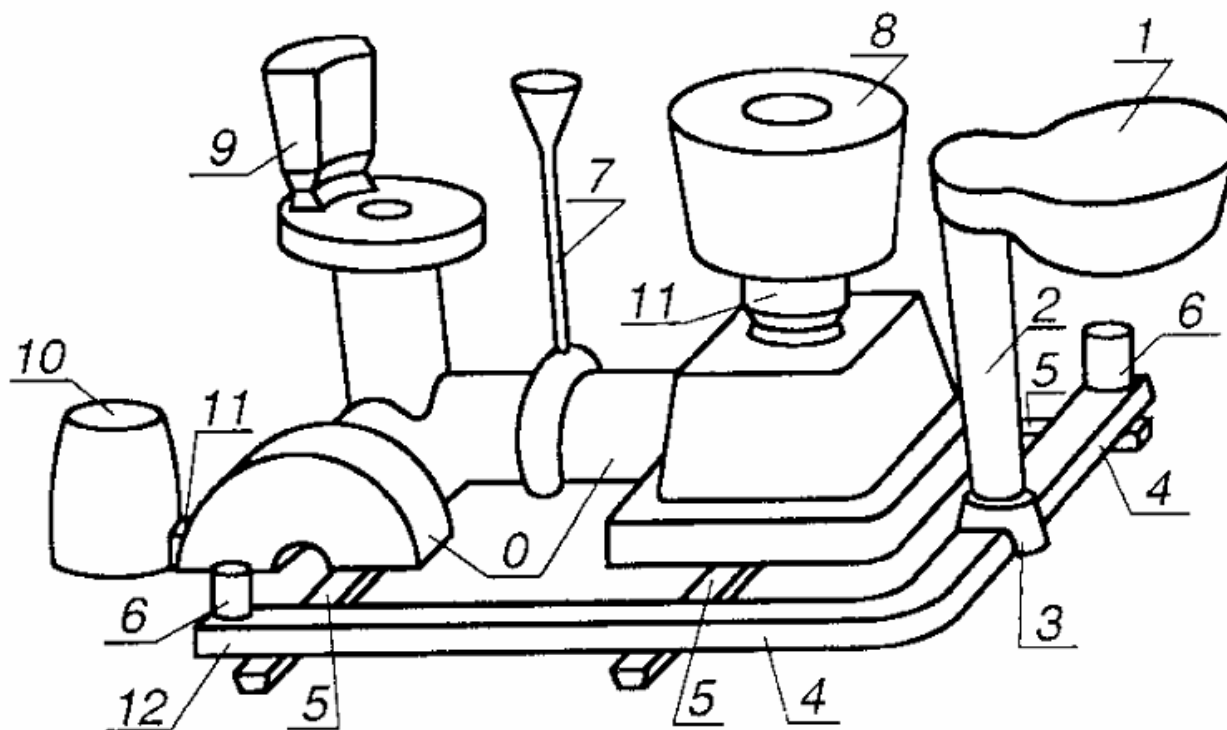


Metody wytwarzania odlewów



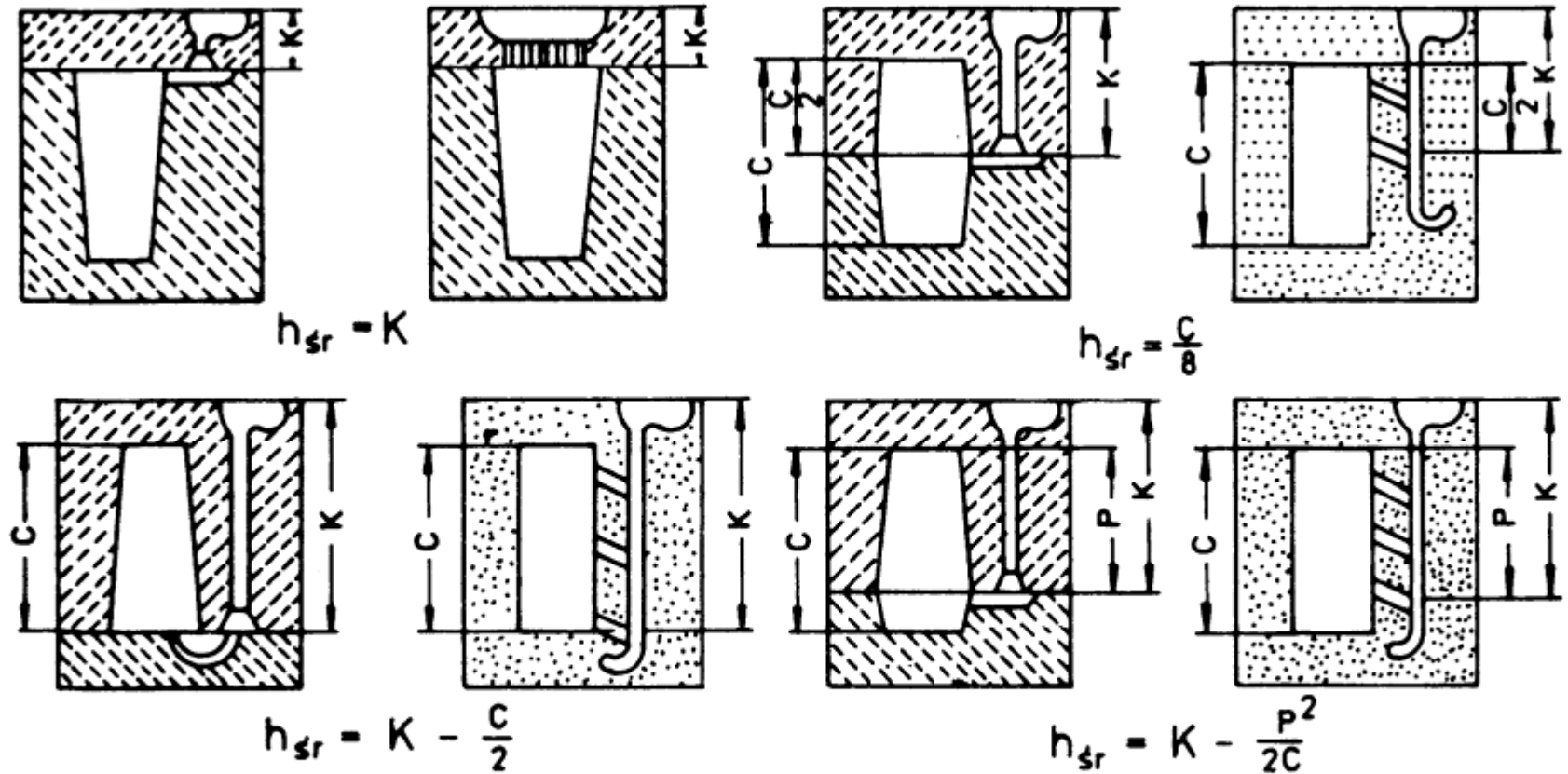
Rys.1. Klasyfikacja metod odlewania wg rodzaju stosowanej formy odlewniczej

UKŁAD WLEWOWY



Odlew z układem wlewowym i nadlewami: 1 – zbiornik wlewowy, 2 – wlew główny, 3, 4 i 12 – wlewy rozprowadzające, 5 – wlewy doprowadzające, 6 – oddzielnik, 7 – przelew, 8, 9 – nadlewy górne, 10 – nadlew boczny, 11 – szyjki nadlewów [5]

TYPY UKŁADÓW WLEWOWYCH



Schematy położenia odlewu w formie odlewniczej w zależności od poziomu doprowadzenia metalu do wnętrza formy [16]

MODEL ODLEWNICZY

Model odlewniczy jest pomocniczym przyrządem o kształcie zewnętrznym odlewane go przedmiotu z pewnymi zmianami podyktowanymi względami odlewniczymi .

Wymiary modelu powiększone są o wielkości skurczu metalu w czasie krzepnięcia.

RODZAJE MODELI

Pod względem konstrukcyjnym modele możemy podzielić na grupy:

I- modele bezpośrednio odtwarzające kształt odlewu: są to modele bezrdzeniowe, czyli tzw. modele naturalne,

II - modele pośrednio odtwarzające kształt odlewu, wymagające stosowania skrzynek rdzeniowych (rdzennic),

III - modele uproszczone.

RODZAJE MODELI

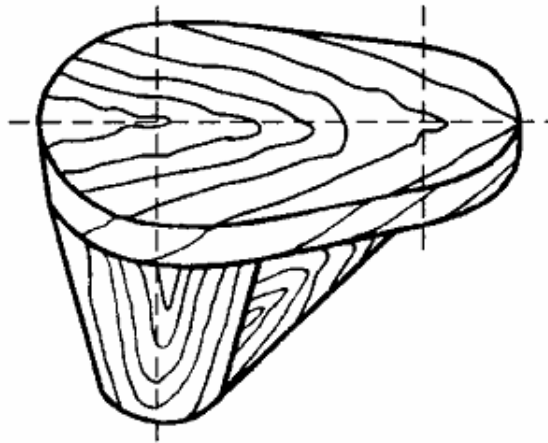
Wszystkie modele można wykonać jako modele dzielone i niedzielone i z częściami odejmowanymi.

Do formowania ręcznego, czyli do produkcji jednostkowej i małoseryjnej wykonuje się je z drewna.

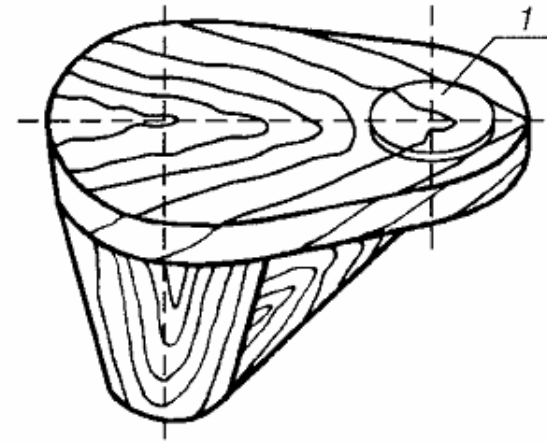
Znacznie bardziej trwałe są modele metalowe wykonywane najczęściej ze stopów aluminium, miedzi i żeliwa.

NATURALNE MODELE ODLEWNICZE

a)

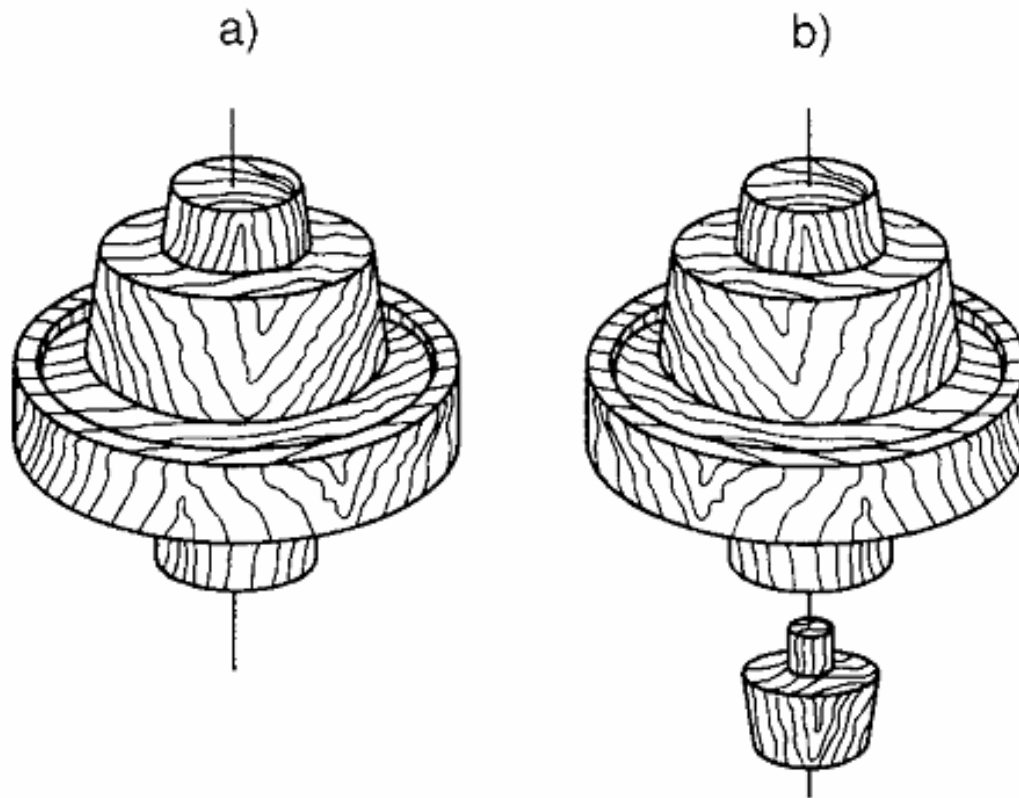


b)



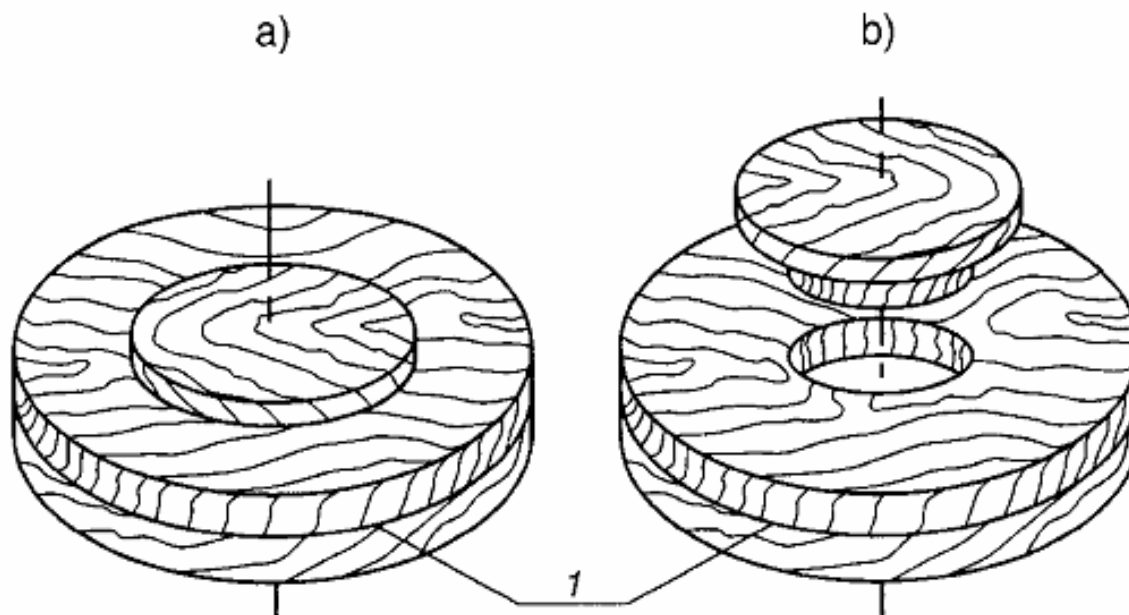
Model naturalny niedzielony; a) bez części odcinanej, b) z częścią odcinaną:
1 – część odcinana [5]

MODELE ODLEWNICZE NIEDZIELONE



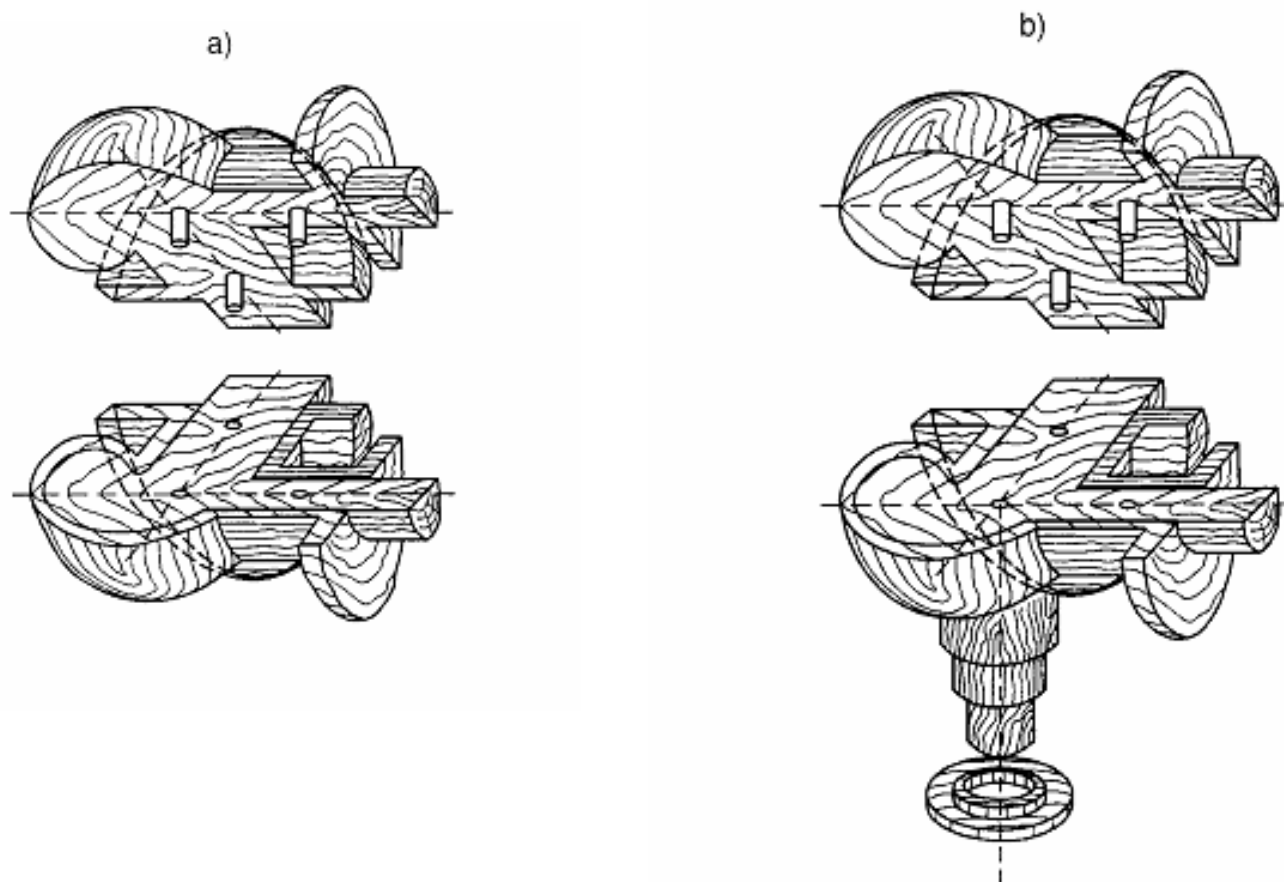
Modele odlewnicze – ze znakami rdzeniowymi - niedzielone :a) bez części odejmowanej, b) z częścią odejmowana [5]

MODELE ODLEWNICZE DZIELONE



Modele naturalne dzielone: a) bez części odejmowanej, b) z częścią odejmowaną,
1 – płaszczyzna podziału [5]

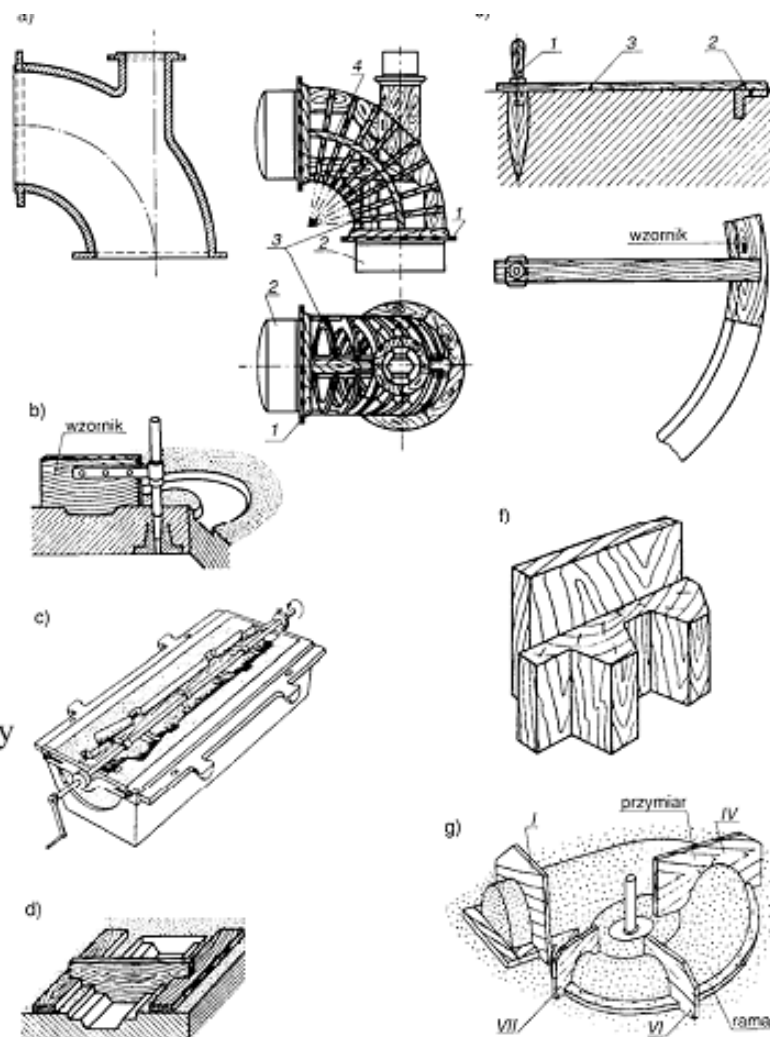
MODELE ODLEWNICZE DZIELONE



Modele odlewnicze – ze znakami rdzeniowymi – dzielone:
a) bez części odejmowanej, b) z częścią odejmowaną [5]

MODELE ODLEWNICZE UPROSZCZONE

Rodzaje modeli uproszczonych: a) model szkieletowy i przekrój odlewu, 1 – modele kołnierzy, 2 – znaki rdzeniowe, 3 – żebra, 4 – żebra podłużne; b) wzornik o pionowej osi obrotu; c) wzornik o poziomej osi obrotu, d) wzornik przesuwany; e) wzornik segmentowy 1 – czop, 2 – wzornik, 3 – ramię; f) modele klocki; g) modele przymiary kontrolne [5]



MATERIAŁY FORMIERSKIE

Materiały formierskie służą - po odpowiedniej przeróbce - do wykonywania form i rdzeni.

Dziela się na

- główne
- pomocnicze.

Masą formierską lub rdzeniową nazywa się mieszaninę głównych i pomocniczych materiałów formierskich z wodą, dobranych w odpowiednich proporcjach i odpowiednio przygotowanych.

PIASKI FORMIERSKIE

Główne materiały formierskie to:

piaski formierskie - niektóre z sypkich i luźnych skał osadowych, składające się głównie z ziarn kwarcu o nieregularnych kształtach, gdzie zawartość osnowy ziarnowej wynosi minimum 65% ciężaru.

W piaskach tych może występować naturalne lepiszcze mineralne - w ilości do 35%.

PIASKI FORMIERSKIE

Poza piaskami formierskimi mogą być stosowane inne minerały charakteryzujące się wysoką ognioodpornością oraz posiadające mniejszą rozszerzalność cieplną jak np. korund naturalny i sztuczny, mulit, szamot, magnezyt, chromit, silimanit i cyrkon.

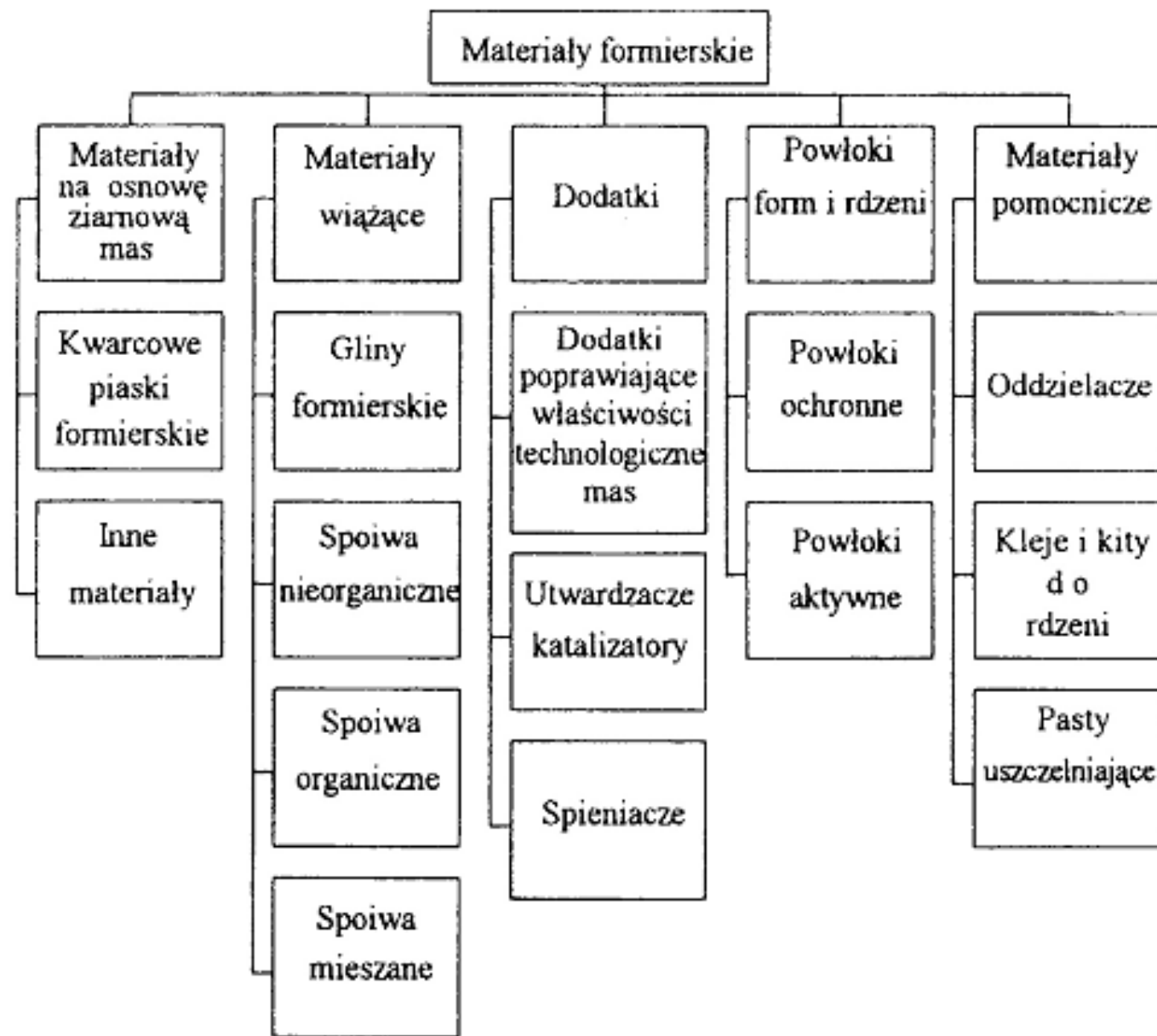
gliny formierskie zawierające powyżej 50% lepiszcza.

POMOCNICZE MATERIAŁY FORMIERSKIE

Pomocniczym materiałem formierskim zazwyczaj są różnego rodzaju spoiwa pochodzenia organicznego i nieorganicznego, służące do spajania ze sobą luźnych ziaren piasku, jak: oleje roślinne, kalafonia, dekstryna, melasa, szkło wodne, żywice syntetyczne i w coraz większym zakresie żywice szybkoutwardzalne na zimno i na gorąco.

POMOCNICZE MATERIAŁY FORMIERSKIE

Do pomocniczych materiałów zaliczamy również materiały chroniące masę przed przypaleniem się jej do powierzchni odlewu (grafit, pył węglowy, węgiel drzewny), materiały zwiększające przepuszczalność (torf, trociny), pudry formierskie (likopodium, talk)



Podział mas formierskich [6]

MATERIAŁY FORMIERSKIE

Masy formierskie i rdzeniowe można sklasyfikować zależnie od zastosowania i rodzaju:

- masy stosowane do odlewania żeliwa, staliwa i metali nieżelaznych,
- masy do form odlewanych „na wilgotno” i „na sucho”,
- masy przymodelowe i wypełniające oraz jednolite,
- masy naturalne i syntetyczne,
- masy formierskie i rdzeniowe specjalne (cementowe, ceramiczne i tp.).

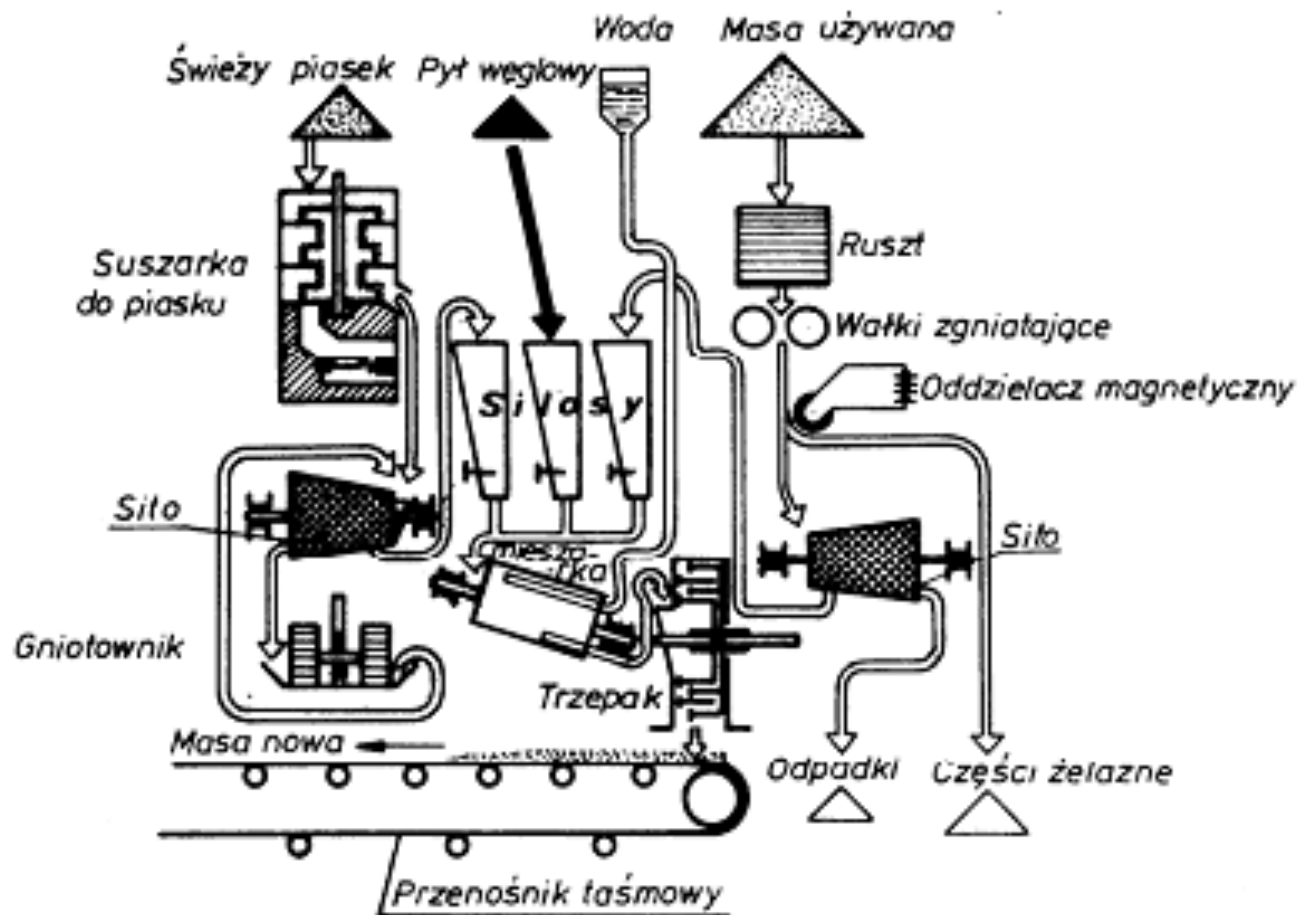
MATERIAŁY FORMIERSKIE

Masy formierskie przygotowuje się ze świeżego piasku i gliny z dodatkiem używanej masy i domieszek.

PROCES TECHNOLOGICZNY PRZYGOTOWANIA MAS FORMIERSKICH

- przygotowanie świeżych piasków z potrzebną zawartością gliny,
- regeneracja masy formierskiej używanej (starej),
- przygotowanie domieszek,
- przygotowanie masy formierskiej z przygotowanych składników.

MATERIAŁY FORMIERSKIE



CECHY MAS FORMIERSKICH

- *dobra plastyczność*—zdolność przyjmowania kształtu według modelu i zachowania tegoż kształtu,
- *wielka spoistość* cząstek masy formierskiej zapewniająca odporność na wszelkiego rodzaju wstrząsy i ciśnienie hydrostatyczne wlewanego metalu,
- *znaczna odporność na wysoką temperaturę* płynnego metalu,

CECHY MAS FORMIERSKICH

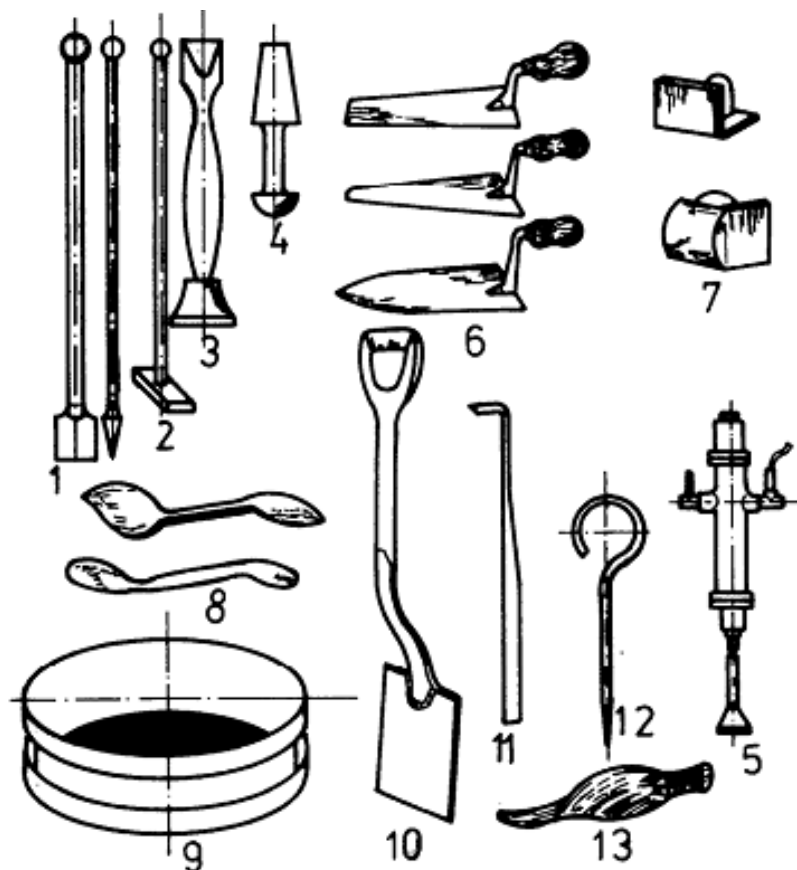
- **wystarczająca przepuszczalność gazów i par powstałych w czasie odlewania i podczas procesu stygnięcia metalu w formie odlewniczej,**
- **zdolność zachowania pełnej przydatności do wielokrotnego użycia w formie domieszek do nowych mas,**
- **łatwe oddzielanie się od ścian gotowego odlewu w czasie wybijania**

NARZĘDZIA FORMIERSKIE

Do ręcznego wykonywania formy służą specjalne narzędzia formierskie, które zależnie od zastosowania można podzielić na:

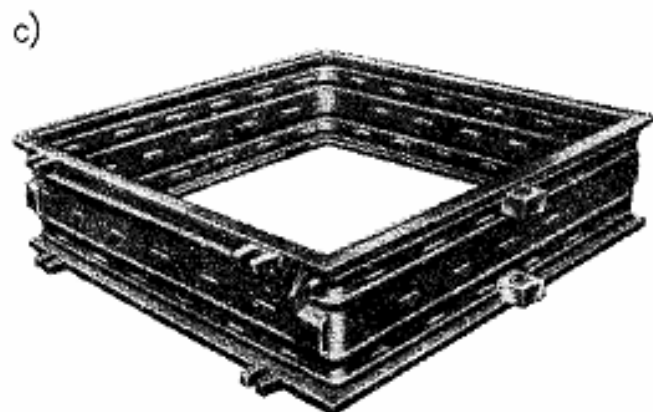
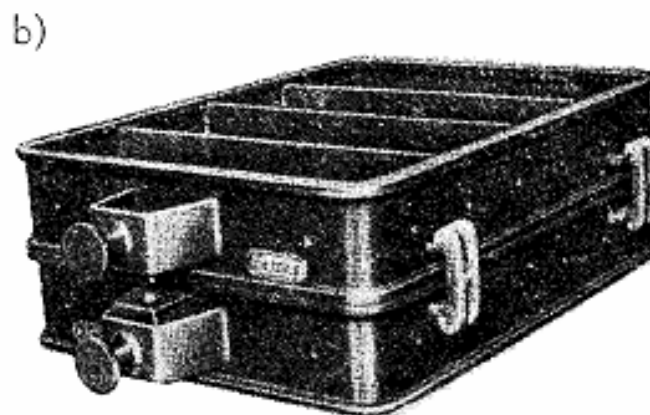
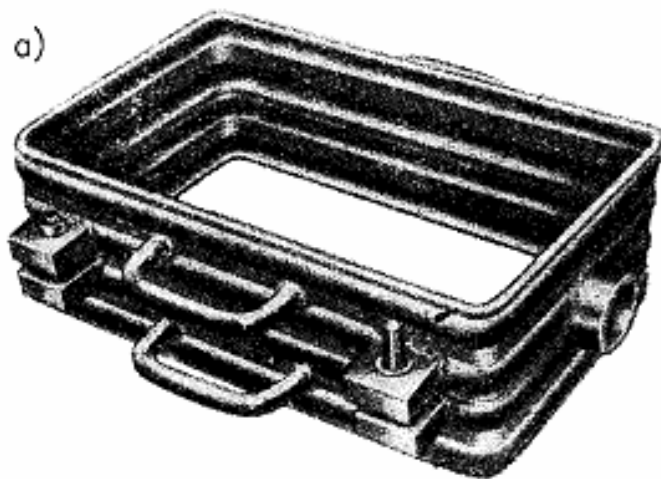
- narzędzia służące do zaformowania modelu w skrzynce lub w podłożu odlewni,
- narzędzia służące do wyjmowania modelu, naprawiania części uszkodzonych formy i ostatecznego wykończenia jej.

NARZĘDZIA FORMIERSKIE



Podstawowe narzędzia do formowania ręcznego: 1 - 2 - ubijaki duże, 3 - 4 - ubijaki małe, 5 - ubijak pneumatyczny, 6 - gładziki płaskie, 7 - gładziki krawędziowe, 8 - jaszczurki, 9 - sito, 10, łopata, 11 - lancet z haczykiem, 12 - haczyk do wyjmowania modelu, 13 - pędzel [16]

NARZĘDZIA FORMIERSKIE



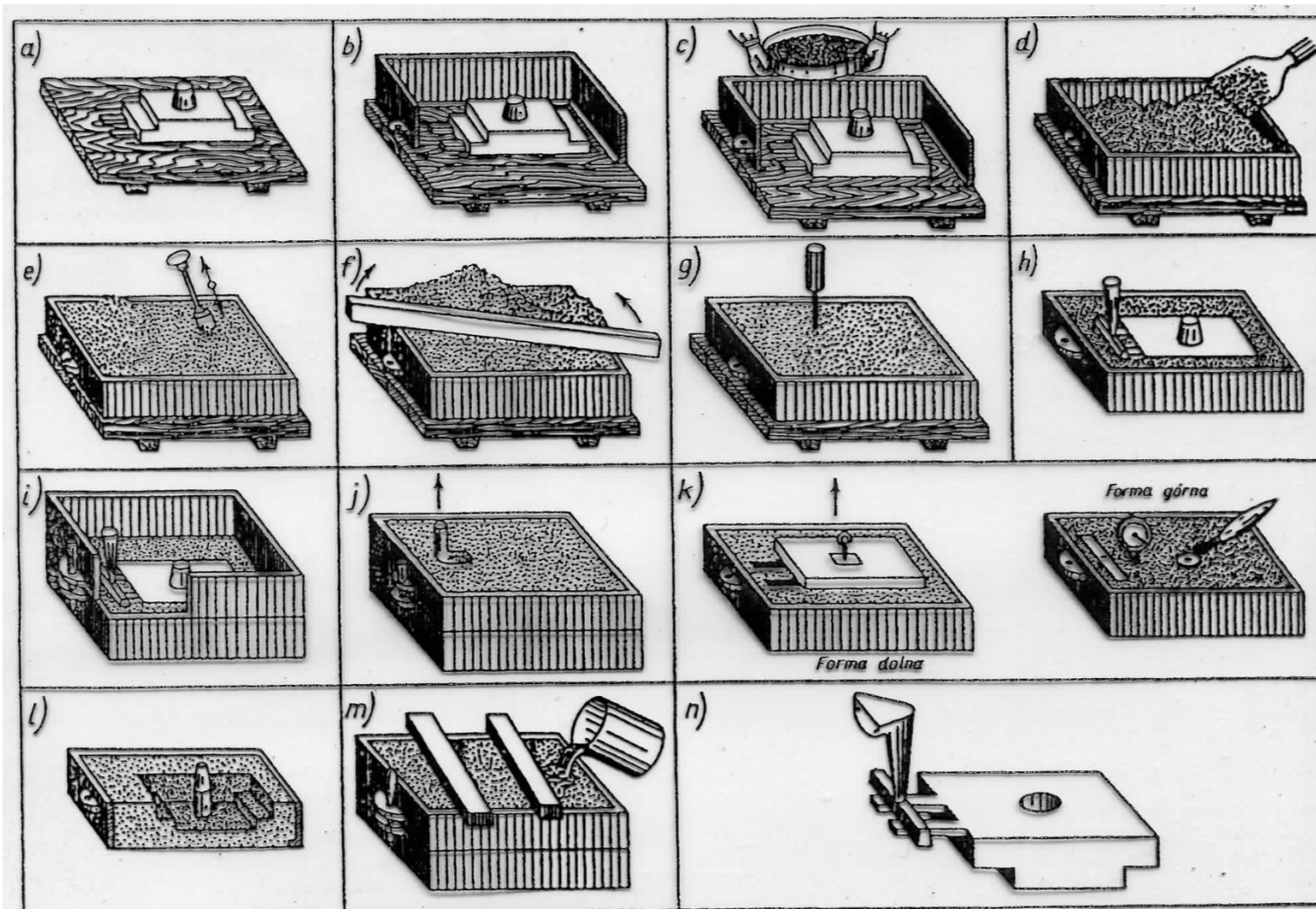
Przykłady nowoczesnych skrzynek formierskich:

- a) skrzynka do formowania ręcznego, b) skrzynka suwnicowa do formowania ręcznego i maszynowego, c) skrzynka do formowania w liniach automatycznych pod wysokimi naciskami [8]

FORMOWANIE RĘCZNE

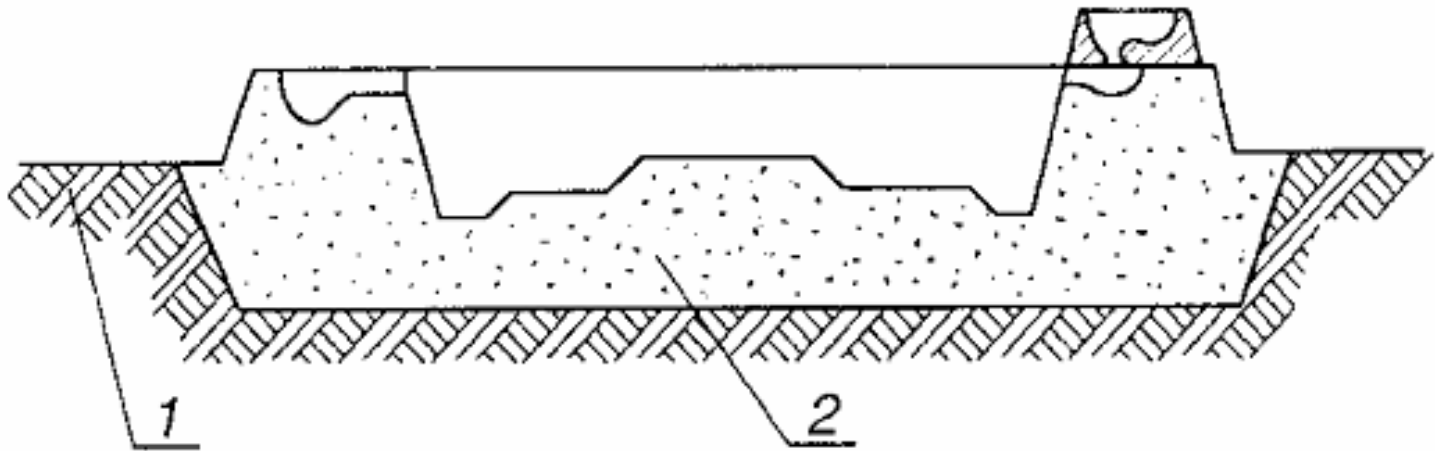
- Formowanie w gruncie otwarte,
- Formowanie w gruncie pod skrzynką,
- Formowanie w dwóch skrzynkach,
- Formowanie na fałszywce,
- Formowanie z obieraniem,
- Formowanie z luźną częścią,
- Formowanie w trzech i więcej skrzynkach,
- Formowanie w rdzeniach,
- Formowanie w gruncie za pomocą wzorników,
- Formowanie za pomocą modeli szkieletowych,
- Formowanie za pomocą przymiarów kontrolnych,
- Formowanie za pomocą modeli klocków.
- Formowani próżniowe

Metody wykonywania form



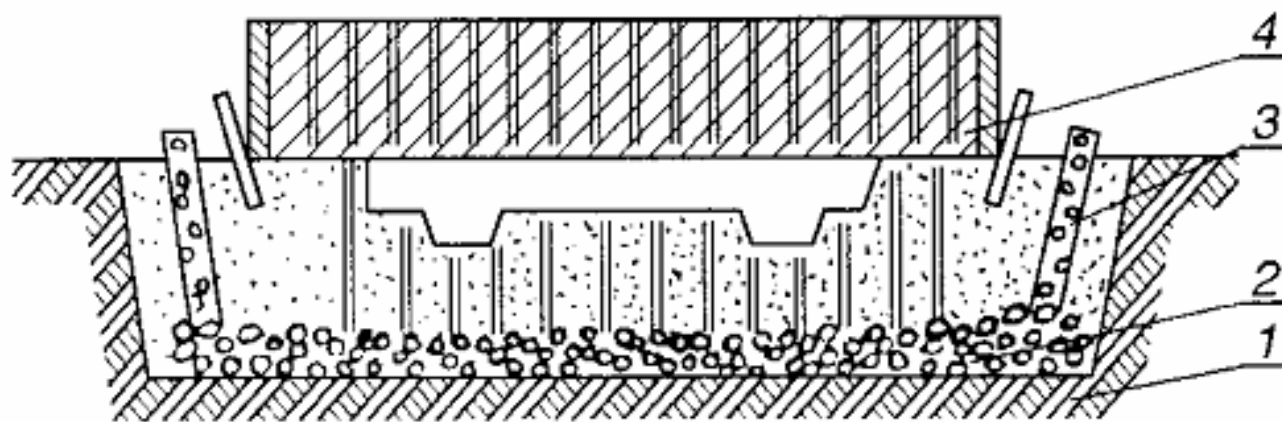
Przebieg ręcznego wykonania formy z modelu niedzielnego

FORMOWANIE OTWARTE W GRUNCIE



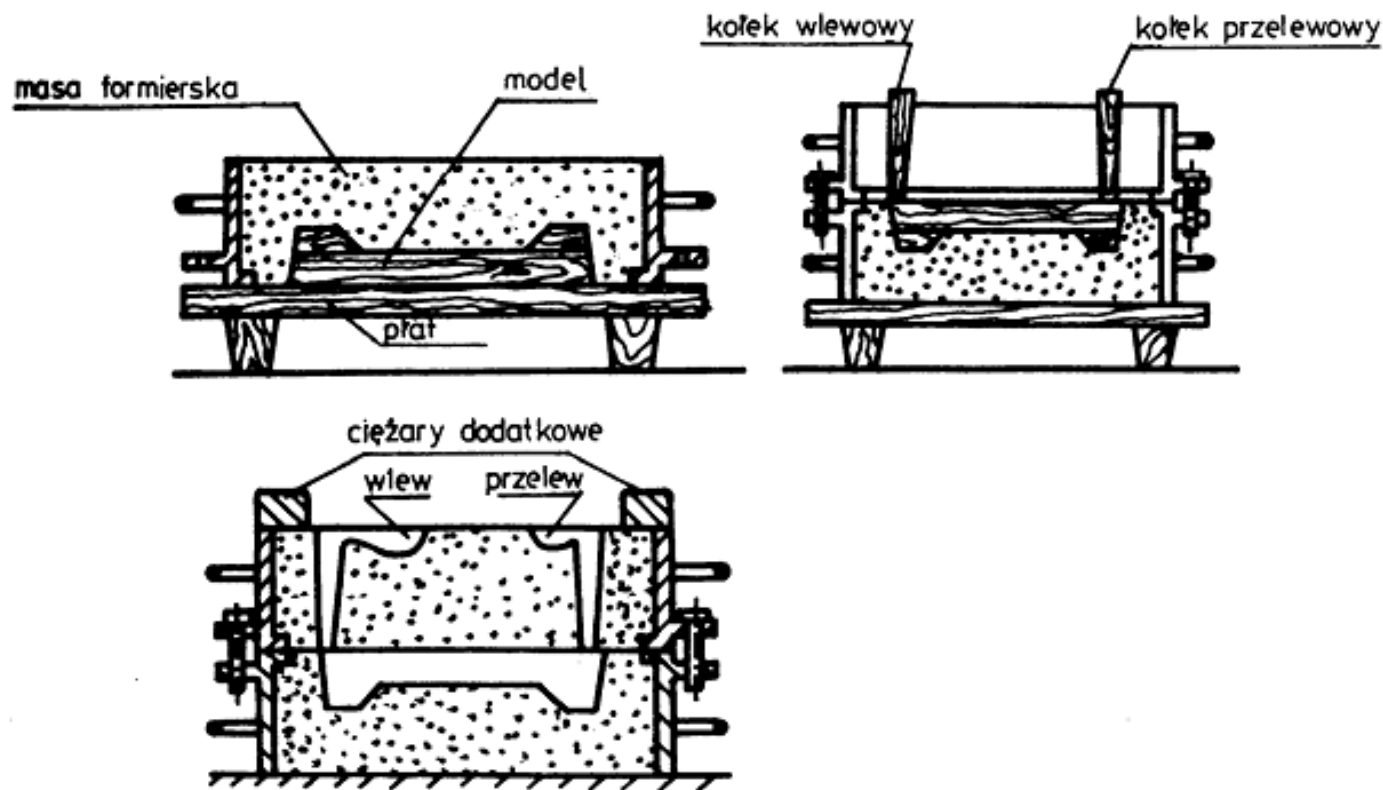
Formowanie w gruncie otwarte: 1 – grunt odlewni, 2 – podłoże miękkie [5]

FORMOWANIE W GRUNCIE POD SKRZYNKĄ



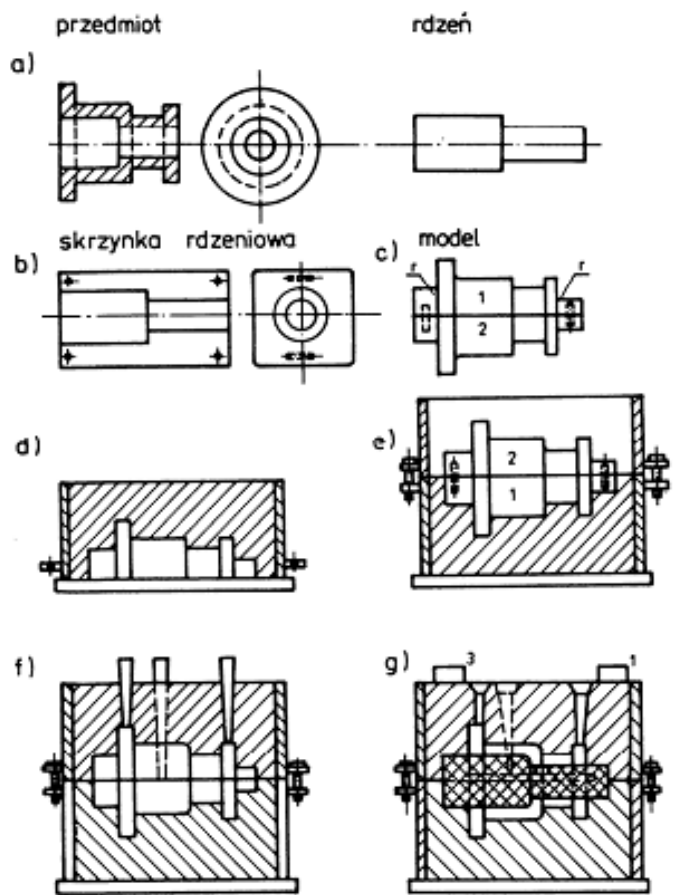
Formowanie w gruncie pod skrzynką: 1 – podłoże twarde, 2 – warstwa koksu, 3 – rury odpowietrzające, 4 – nakłucia odpowietrzające [5]

FORMOWANIE W DWÓCH SKRZYŃKACH



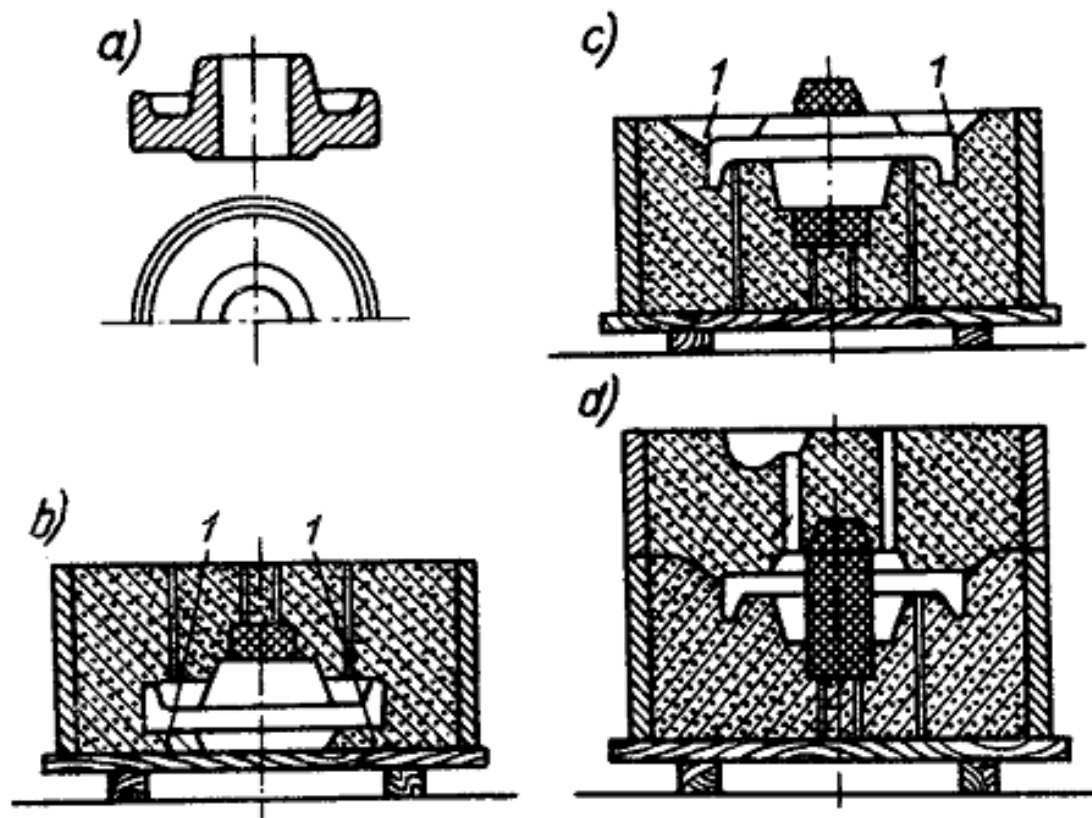
Przykład formowania ręcznego przy użyciu modelu niedzielnego [16]

FORMOWANIE W DWÓCH SKRZYŃKACH



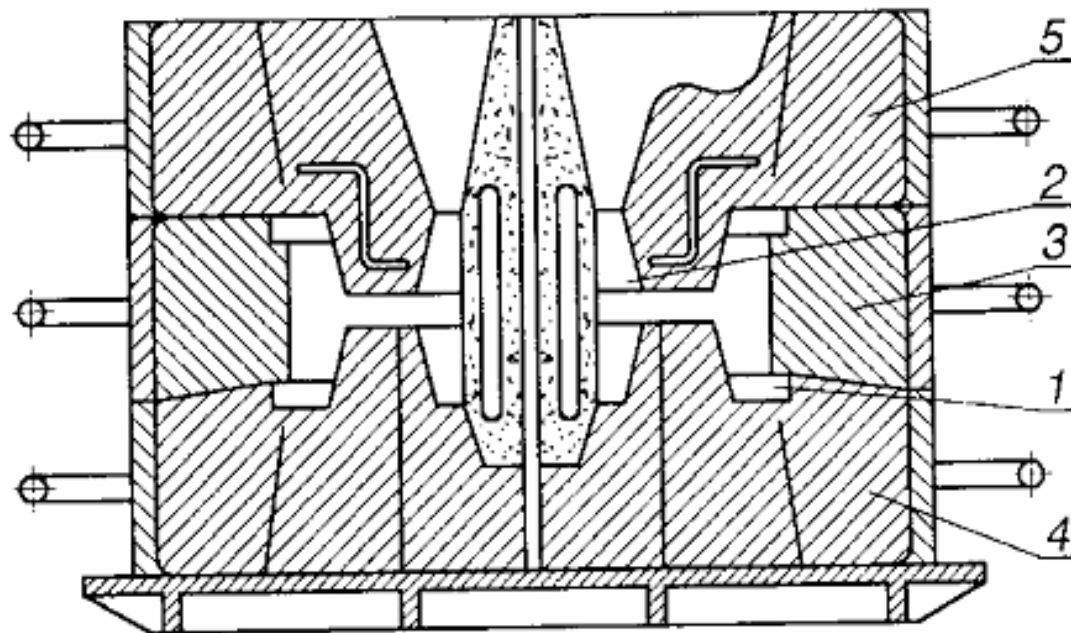
Przykład formowania ręcznego przy użyciu modelu dzielonego: a) rysunek zwężki rury i rdzenia, b) rdzennica (skrzynka rdzeniowa), c) model, d), e), f), g) kolejne fazy formowania [16]

FORMOWANIE Z OBIERANIEM



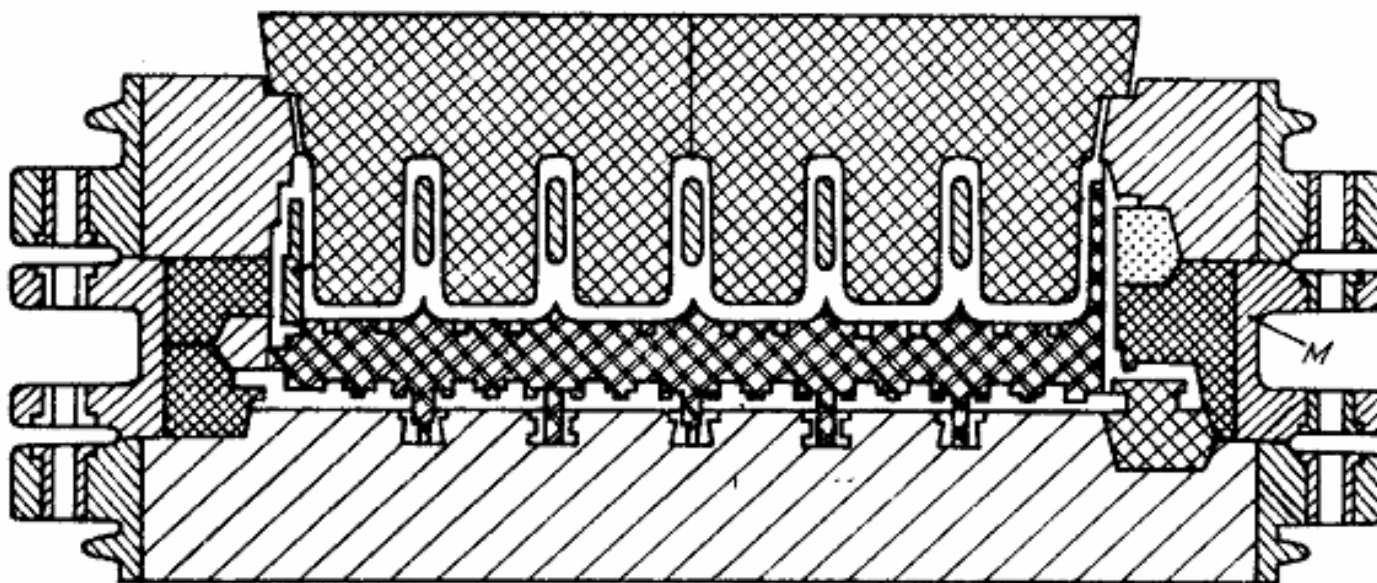
Formowanie z obieraniem: a) odlew, b) wykonanie skrzynki dolnej, c) obieranie, d) złożona forma, 1 – miejsce obierania [2]

FORMOWANIE W TRZECH SKRZYŃKACH



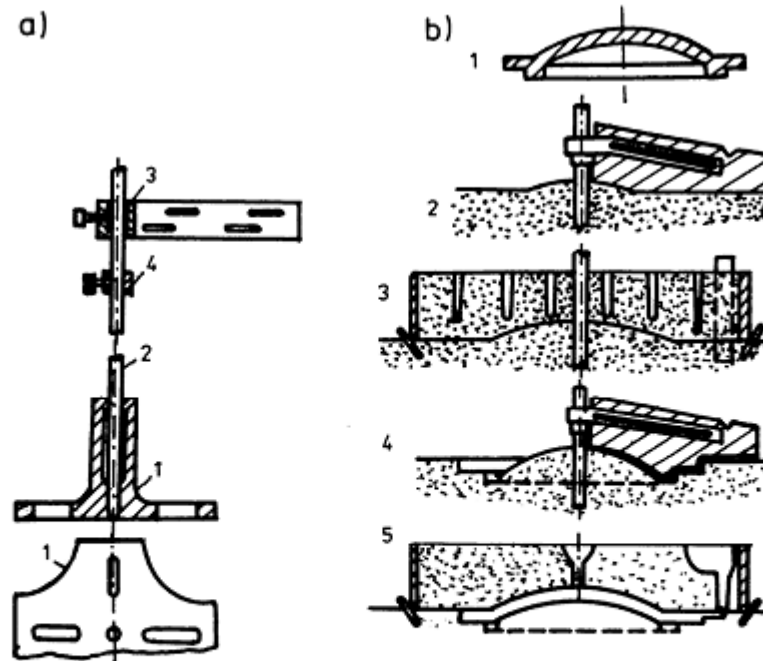
Formowanie w trzech skrzynkach: 1 – dolne obrzeża, część odcinana, 2 – górna część piasty, część odcinana, 3 – środkowa część formy, 4 – dolna część formy, 5 – górna część formy [5]

FORMOWANIE W RDZENIACH



Forma bloku 6 cylindrowego silnika spalinowego, formowanie w rdzeniach ustawionych w metalowej ramie M [2]

FORMOWANIE WZORNIKIEM



Przykład formowania przy użyciu wzornika; a) urządzenie do formowania wzornikowego, 1 – łożysko, 2 – wrzeciono stalowe, 3 – ramię żeliwne, 4 – pierścień nastawczy; b) formowanie wzornikowe pokrywy, 1 – pokrywa, 2 – formowanie wzornikiem górnej powierzchni pokrywy, 3 – formowanie skrzynki górnej, 4 – formowanie pokrywy, 5 – forma przygotowana do zalania [16]

FORMOWANIE MASZYNOWE

Maszyny do wytwarzania form i rdzeni nazywamy maszynami formierskimi lub formierkami.

Formierki mechanizują dwie podstawowe operacje:

- zagęszczanie masy w skrzynkach formierskich lub rdzennicach,**
- oddzielenie modelu od formy.**

MASZYNY FORMIERSKIE

Ze względu na sposób zagęszczania mas maszyny formierskie dzielimy na;

- prasy, czyli formierki prasujące,
- wstrząsarki,
- wstrząsarki z doprasowaniem,
- narzucarki,
- strzelarki i nadmuchiwarki,
- inne formierki specjalne.

FORMIERKI

Ze względu na sposób oddzielania modelu od formy maszyny formierskie dzielimy na

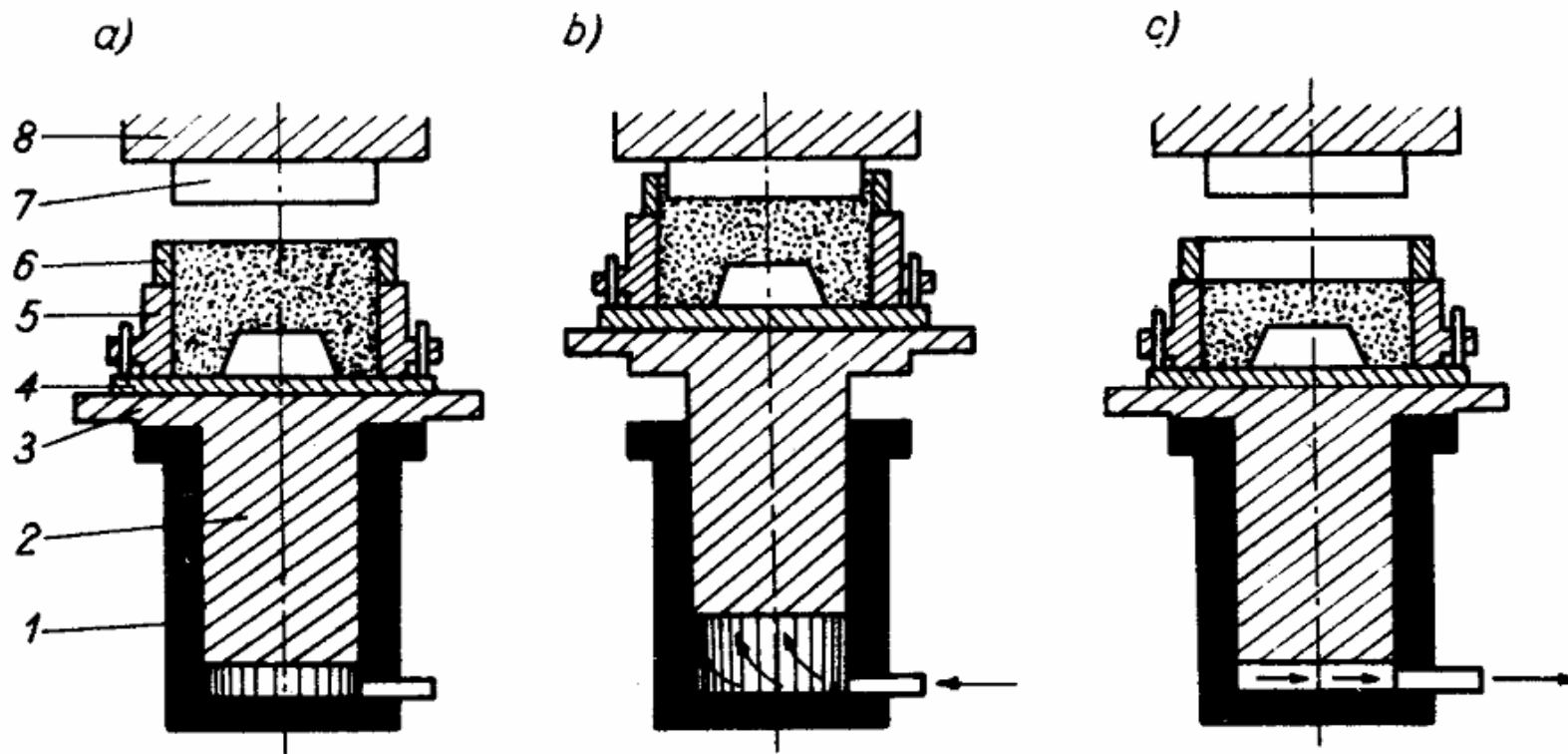
a) oddzielające formę znad modelu;

- formierki trzpieniowe lub ramowe,
- formierki z opuszczanym modelem,

b) oddzielające model w górę po odwróceniu formy:

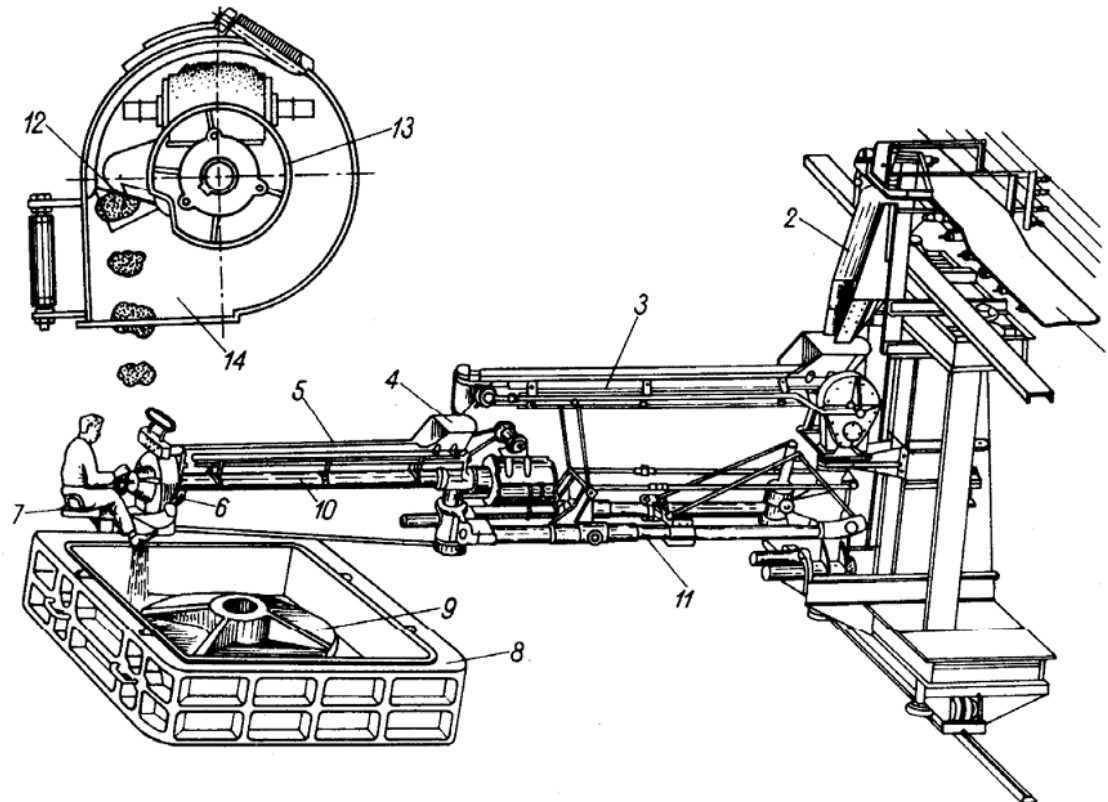
- formierki z obracającym stołem,
- formierki z przierzucanym stołem,
- formierki z obracaną kolumną.

FORMIERKA PRASUJĄCA Z GÓRNYM DOCISKIEM



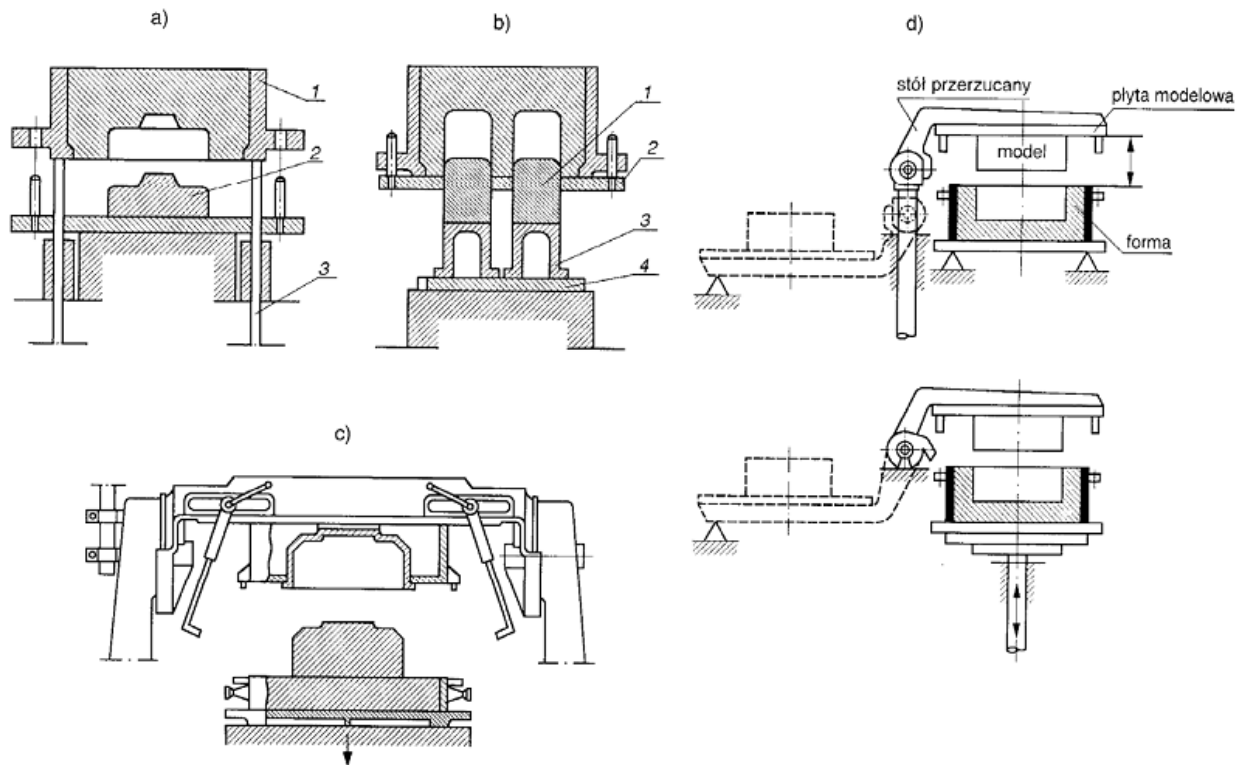
Zasady zagęszczania mas formierskich w formie na formierkach z górnym dociskiem: a) formierka przygotowana do zagęszczania masy w skrzynce; b) zagęszczona masa w skrzynce; c) formierka przygotowana do oddzielenia formy od modelu: 1 – cylinder, 2 – tłok, 3 – stół formierski, 4 – płyta modelowa, 5 – skrzynka formierska, 6 – nadstawka, 7 – klocek prasujący, 8 – belka [2]

NARZUCARKA



Narzucarka przejezdna: 1 – przenośnik taśmowy, 2 – rynna, 3 – przenośnik taśmowy, 4 – zsyg, 5 – przenośnik taśmowy, 6 – otwór w obudowie, 7 – siedło, 8 – skrzynka formierska, 9 – model, 10 – rękaw wysięgnika, 11 – rękaw wysięgnika, 12 – łopatki głowicy narzucarki, 13 – tarcza obrotowa [2]

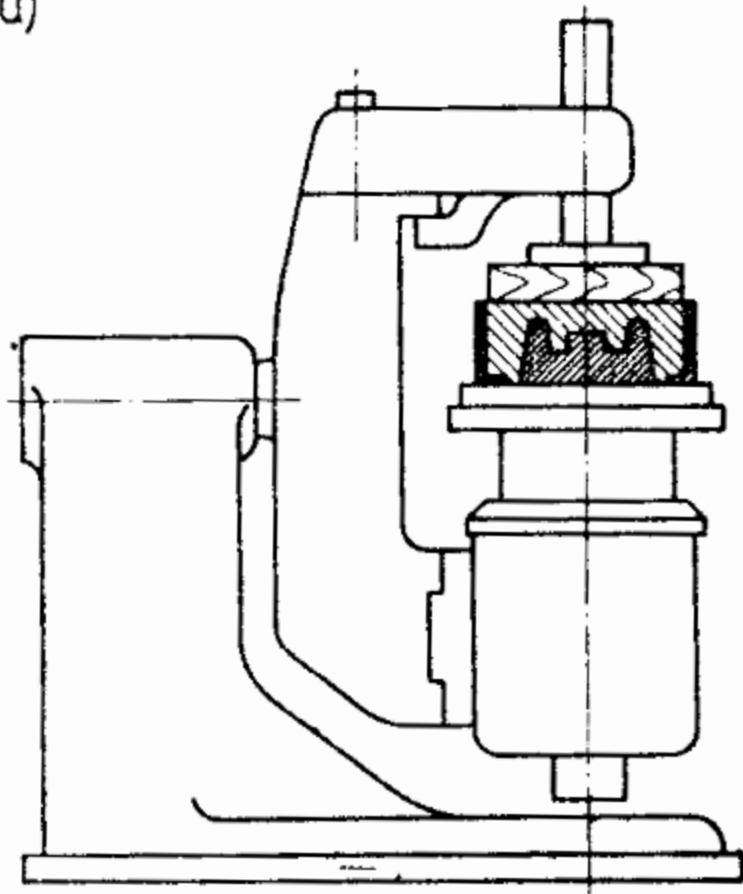
ODDZIELANIE FORMY OD ODLEWU



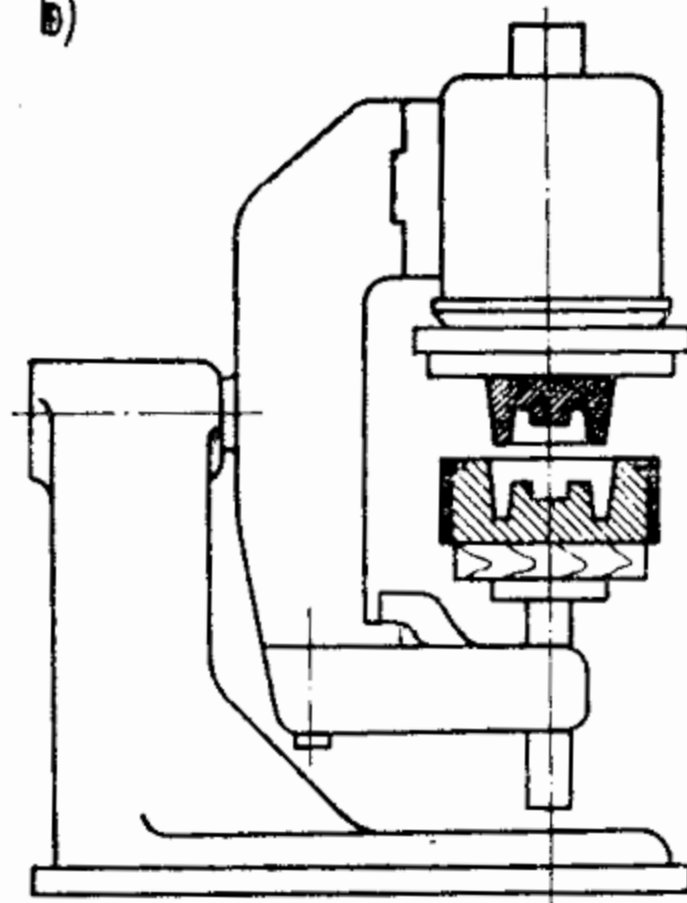
Typy maszyn w zależności od sposobu oddzielania formy od modelu: a) z podnoszeniem trzpieniowym formy, 1 – skrzynka formierska, 2 – model, 3 – trzpień; b) modelem przeciąganym, 1 – model, 2 – płyta podmodelowa, 4 – płyta podstawowa; c) z obracającym stołem, d) przesuwanym stołem [5]

FORMIERKA Z ODWRACANĄ KOLUMNĄ

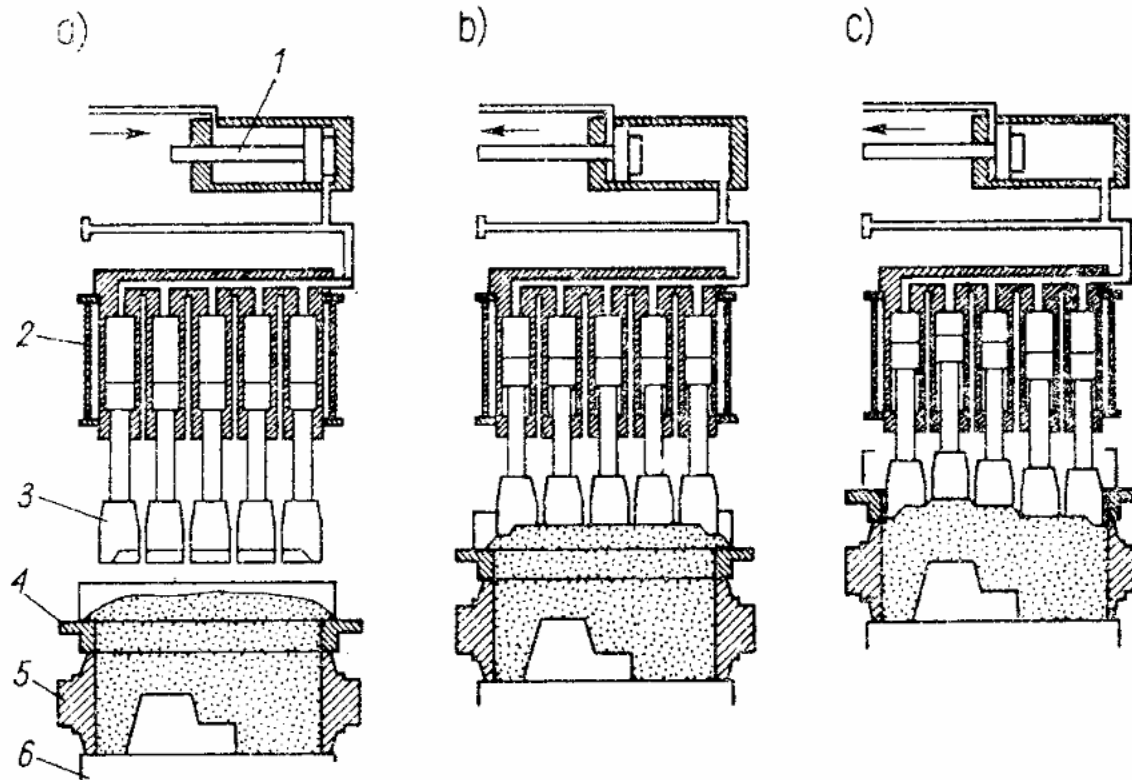
a)



b)



FORMOWANIE POD WYSOKIM NACISKIEM



Zasada prasowania pod wysokimi naciskami elastyczną głowicą wielotłoczkową: a) położenie wyjściowe, b) początek prasowania, c) koniec prasowania; 1 – cylinder wyrównawczy ciśnienia, 2 – wielotłoczkowa głowica prasująca, 3 – stopki tłoczków prasujących, 4 – ramka nadstawna, 5 – skrzynka formierska, 6 – stół maszyny z płytą modelową połączony z atakującym w górę cylindrem hydraulicznym [8]

SPECJALNE METODY WYTWARZANIA FORM I RDZENI PIASKOWYCH

- Proces CO₂ (masy ze szkłem wodnym),
- Formowanie w formach cementowych,
- Proces CMS (ciekłe masy samoutwardzalne),
- Formowanie w masach żywicznych termoutwardzalnych (gorąca rdzennica),
- Formowanie w masach furanowych samoutwardzalnych (zimna rdzennica).

PROCES CO₂

Stosowany w produkcji jednostkowej i seryjnej odlewów o średnich i dużych wymiarach, bez względu na stopień skomplikowania oraz do produkcji rdzeni

Masa formierska:

- piasek kwarcowy,
- szkło wodne sodowe (krzemian sodu) w ilości 5 – 7%.

PROCES CO₂

Po zagęszczeniu masy w skrzynce rdzeniowej lub formierskiej przedmuchuje się dwutlenkiem węgla.

Pod wpływem CO₂ następuje w krótkim czasie utwardzenie masy.

Stosuje się do wykonywania rdzeni w strzelarkach współpracujących z maszynami przedmuchującymi rdzenie CO₂.

CIEKŁE MASY SAMOUTWARDZALNE

Stosowane w produkcji jednostkowej i seryjnej odlewów o średnich i dużych wymiarach i kształtach prostych i średnio skomplikowanych.

Masa formierska:

- piasek kwarcowy,
- szkło wodne,
- żużel chromowy jako utwardzacz,
- dodatki spieniające

Masę o konsystencji ciekłej wylewa się na model.

Po czasie 20 – 40 min. masa traci płynność i sama utwardza się

FORMOWANIE W MASACH ŻYWICZNYCH TERMOUTWARDZALNYCH

Stosowane do seryjnej i masowej produkcji rdzeni małych o podwyższonych wymaganiach wymiarowych.

Masa rdzeniowa:

- piasek kwarcowy płukany o zawartości lepiszcza max. do 0,5%,
- żywica termoutwardzalna (np. fenolowo – formaldehydowa typu nowolak, mocznikowo – formaldehydowa, furanowa) w ilości 1,5 – 3%,
- katalizator (najczęściej kwas fosforowy), w ilości 5 – 25% w stosunku do żywicy.

FORMOWANIE W MASACH ZYWICZNYCH TERMOUTWARDZALNYCH

Proces gorącej rdzennicy polega na napełnieniu masą rdzeniową za pomocą nadmuchiwarek lub strzelarek rdzennicy podgrzanej do temp. 200 – 300 st.C.

Pod wpływem ciepła następuje szybka polimeryzacja spoiwa, powodująca utwardzenie masy rdzeniowej.

FORMOWANIE W MASACH FURANOWYCH SAMOUTWARDZALNYCH

Stosowane do produkcji od jednostkowej do masowej przede wszystkim rdzeni od małych do dużych oraz form średnich i dużych o podwyższonej dokładności wymiarowej.

Masa formierska i rdzeniowa:

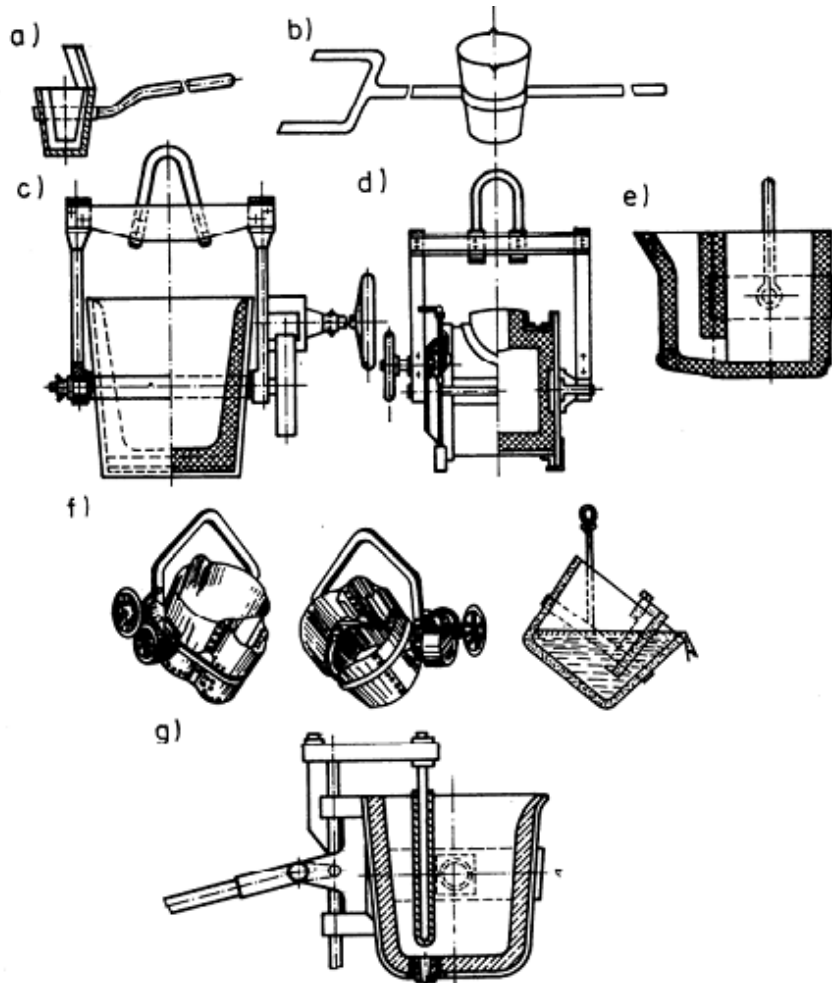
- piasek kwarcowy,
- żywice furanowe mocznikowo furfurylowe, fenolowo – furfurylowe, mocznikowe, (w niektórych przypadkach alkidowe, epoksydowe, melaminowe),
- katalizatory.

KATALIZATORY

Katalizator może być wprowadzony do masy:

- w czasie jej przygotowania,
- po wypełnieniu masą rdzennicy,
- przygotowanie masy i wypełnienie nią rdzennicy odbywa się w jednej maszynie.

ZALEWANIE FORM



Kadzie odlewnicze:

a) łyżka odlewnicza,

b) kadź z widłami,

c) kadź suwnicowa otwarta,

d) kadź suwnicowa zamknięta,

e) kadź przechylna z przegrodą,

f) kadź syfonowa (czajnikowa),

g) kadź zatyczkowa

TEMPERATURA ODLEWANIA

Rodzaj stopu	Rodzaj odlewu		Temperatura przegrzania °C	Temperatura odlewania °C
Stopy aluminium	grubość ścianki odlewu mm	do 10	730÷750	710÷730
		10÷20	710÷730	700÷710
		ponad 20	700÷710	690÷700
Brązy cynowe i fosforowe		do 10	1150÷1200	1100÷1150
		10÷20	1100÷1150	1050÷1100
		ponad 20	1050÷1100	1000÷1050
Brązy krzemowe	do 10	1100÷1180	1070÷1150	
	ponad 10	1080÷1110	1050÷1080	
Brązy aluminiowe	do 10	1150÷1250	1100÷1200	
Mosiądze krzemowe	do 10	1130÷1180	1100÷1150	
	ponad 10	1080÷1130	1050÷1100	
Staliwo węglowe i niskostopowe	odlewy drobne i średnie		1550	1440÷1470
	odlewy ciężkie		1520	1420÷1450
Staliwo wysokostopowe	odlewy drobne i średnie		1570	1460÷1480
	odlewy ciężkie		1540	1440÷1460
Żeliwo szare 150 i 250	odlewy drobne		1380	1300÷1350
	średnie		1340	1250÷1300
	ciężkie		1310	1220÷1250

KRZEPNIĘCIE METALU

Po zalaniu formy ciekłym metalem rozpoczyna się proces krzepnięcia i stygnięcia odlewu, którego jakość zależy od:

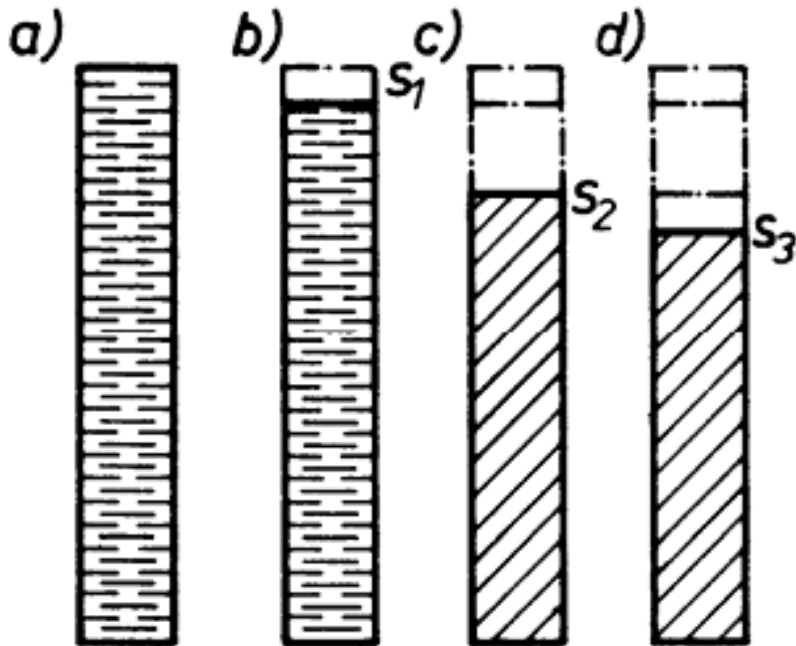
- właściwości fizycznych i technicznych materiału formy (przewodność cieplna, wytrzymałość, podatność, przepuszczalność),
- właściwości fizycznych i mechanicznych materiału odlewu (temperatura zalewania, płynność, przewodność cieplna, wytrzymałość w wysokich temperaturach, jednorodność),
- wielkości skurczu materiału odlewu.

KRZEPNIĘCIE METALU

Najważniejszym zjawiskiem towarzyszącym procesowi krzepnięcia i stygnięcia jest **skurcz metalu**.

Jest to zmniejszenie wymiarów odlewu w stosunku do odpowiednich wymiarów modelu, według którego wykonano formę odlewniczą.

SKURCZ METALU



Skurcz metalu w czasie stygnięcia:

a - forma po zalaniu,

b - skurcz w stanie ciekłym S₁,

c - skurcz w okresie krzepnięcia S₂,

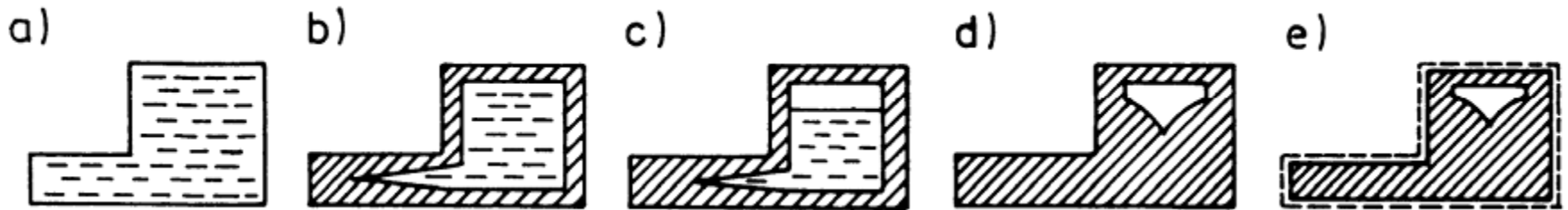
d - skurcz w stanie stałym S₃

SKURCZ METALU

Skurcz może być swobodny w odlewach o kształtach prostych (płyty, wałki) lub hamowany w odlewach o kształtach złożonych (tuleje, koła, rury).

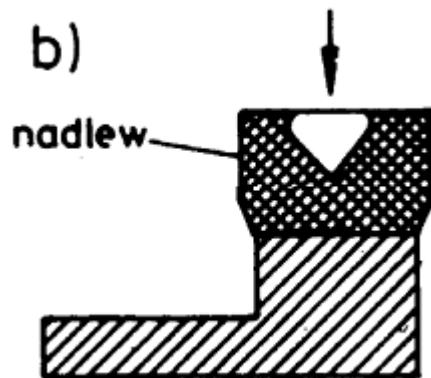
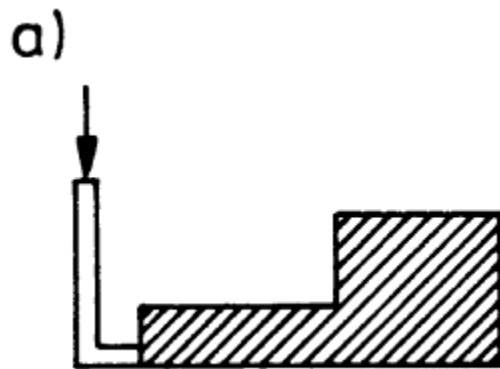
Hamowanie skurczu metalu mogą spowodować czynniki mechaniczne (opór formy, rdzeni, uźebrowania skrzynek) i cieplne (różny skurcz poszczególnych części odlewu wynikający z różnych grubości ścianek, a tym samym z różnych szybkości stygnięcia).

SKURCZ METALU



Schematyczny przebieg krzepnięcia i powstawania jamy skurczowej

SKURCZ METALU



Schematyczne
przedstawienie
zasady krzepnięcia:

a - jednoczesnego,

b - kierunkowego

WYBIJANIE ODLEWÓW:

- wybijanie ręczne,
- wybijanie zmechanizowane;
- na wstrząsarkach,
- na kratkach wibracyjnych,
- w bębnach.

CZYSZCZENIE ODLEWÓW:

- piaskownie,
- śrutowanie,
- czyszczenie wodne,
- czyszczenie pneumatyczne.

WYKAŃCZANIE ODLEWÓW

- usuwanie części układu wlewowego, zalewek, uźebrowań i nierówności powierzchni,
- usuwanie wad odlewniczych,
- ewentualna obróbka cieplna i skrawaniem.

WADY ODLEWNICZE

- wady kształtu, (niedolew, guz, niedotrzymanie wymiarów, przestawienia),
- wady powierzchni, (chropowatość, wżarcia, nakłucia, strupy, przypalenia itp.),
- przerwy ciągłości, (pęknięcia na zimno i na gorąco, itp..)
- wady wewnętrzne – wykrywane za pomocą badań rentgenograficznych lub ultradźwiękowych, (jama skurczowa, bąbel, pęcherz, sitowatość, zażużenia itp.),
- wady materiału – stwierdza się poprzez badania metalograficzne wytrzymałościowe, składu chemicznego, (niezgodności z wymaganiami technicznymi)