

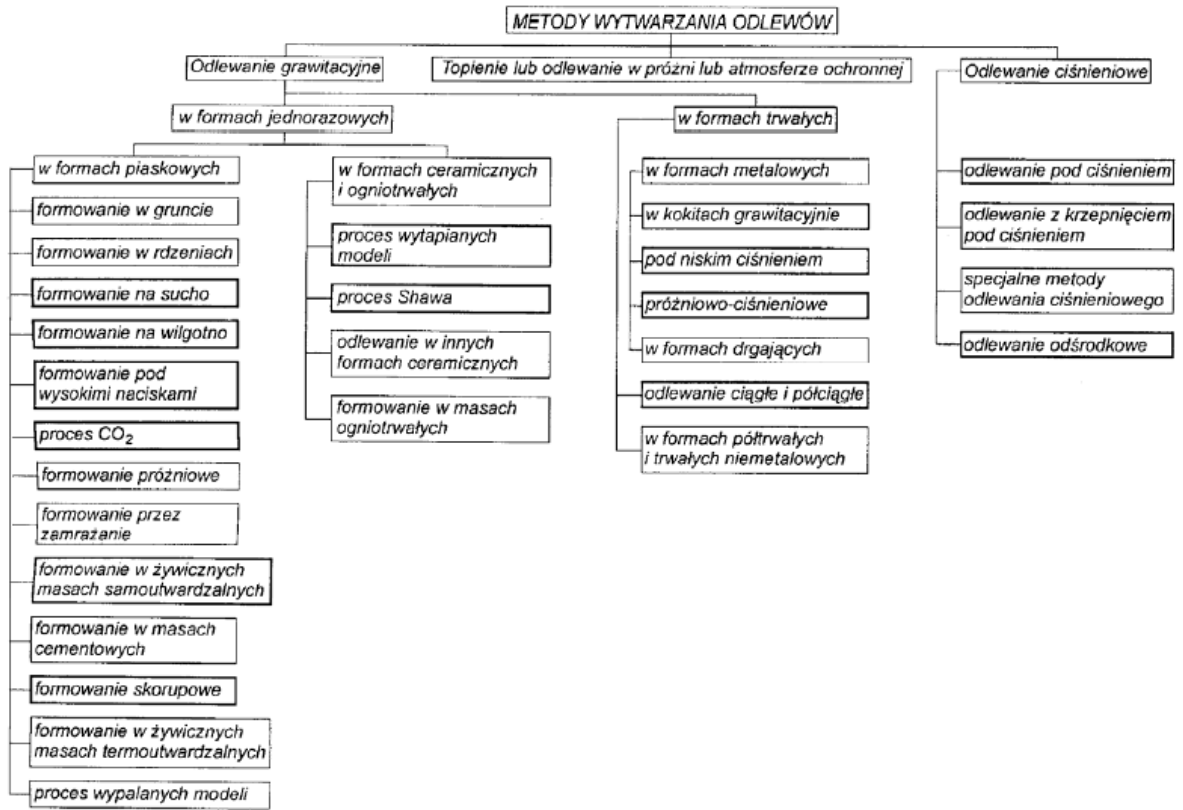
Odlewanie kokilowe

Ismena Bobel

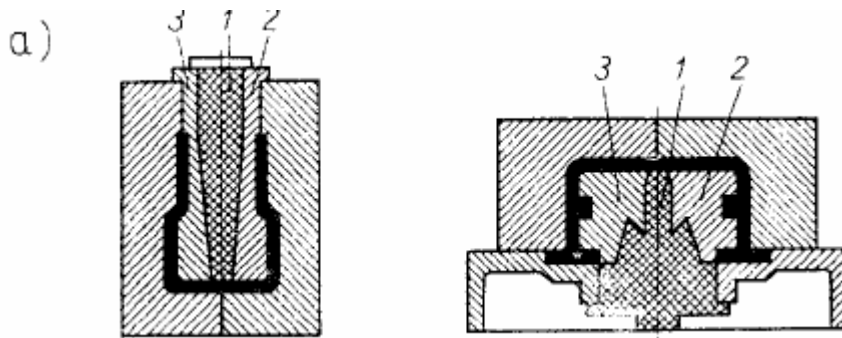
# KOKILE

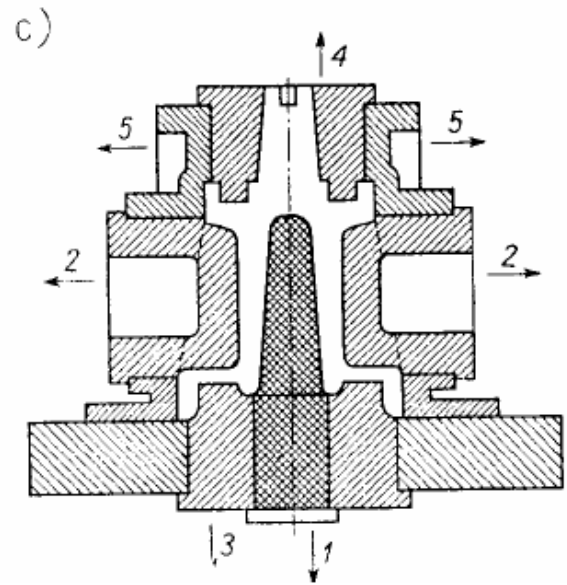
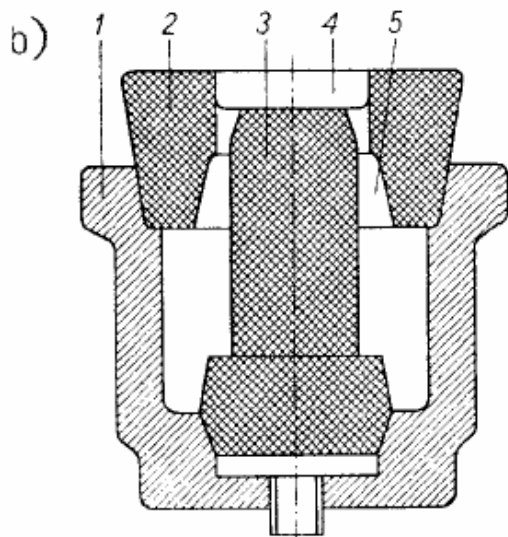
Kokila jest to forma trwała, metalowa, zalewana grawitacyjnie. Suma wnętrza kokili pokryta jest cienką, izolacją warstwą niemetaliczną, nanoszoną przez napylenie

Kokile wykonuje się najczęściej z żeliwa jako konstrukcje skrzynkowe, starając się przy projektowaniu zachować równomierną grubość ścian, która najczęściej wynosi 2-5 grubości ścianki odlewu.

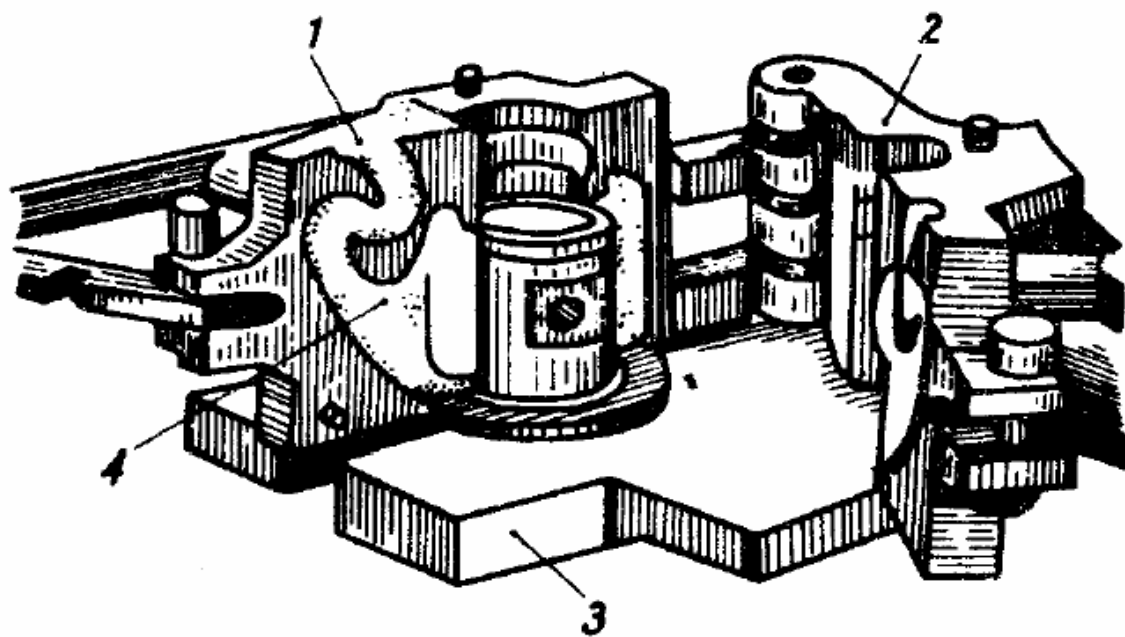


### Odewanie kokilowe grawitacyjne

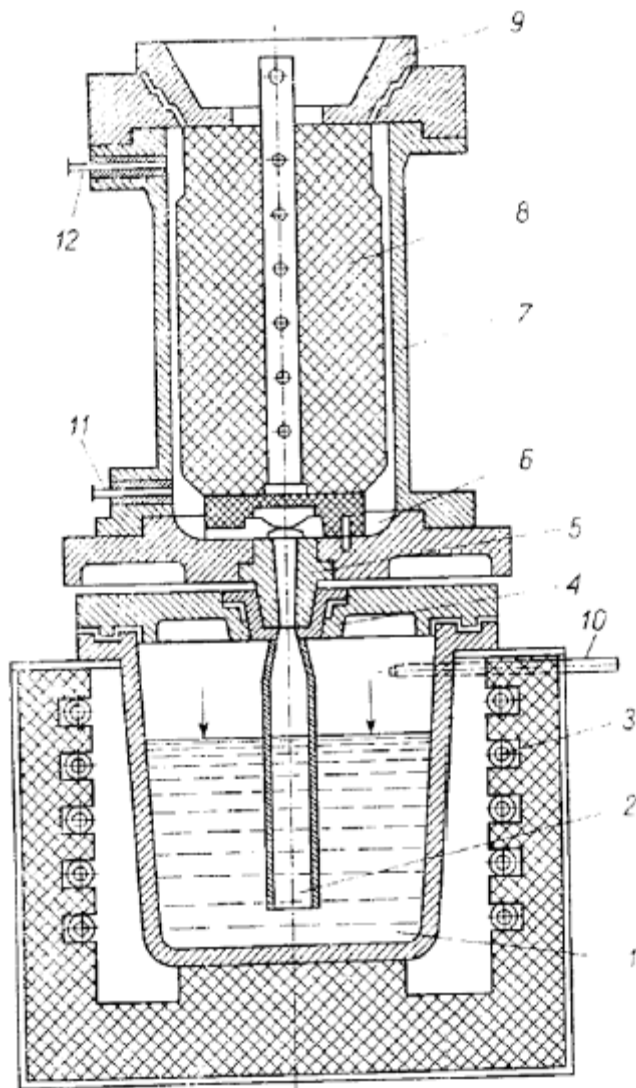




Kokile z rdzeniami metalowymi i piaskowymi: a) kokile z metalowym rdzeniem dzielonym, b) kokila do odlewów żeliwnych z rdzeniami piaskowymi, c) kokila z czterema rdzeniami metalowymi



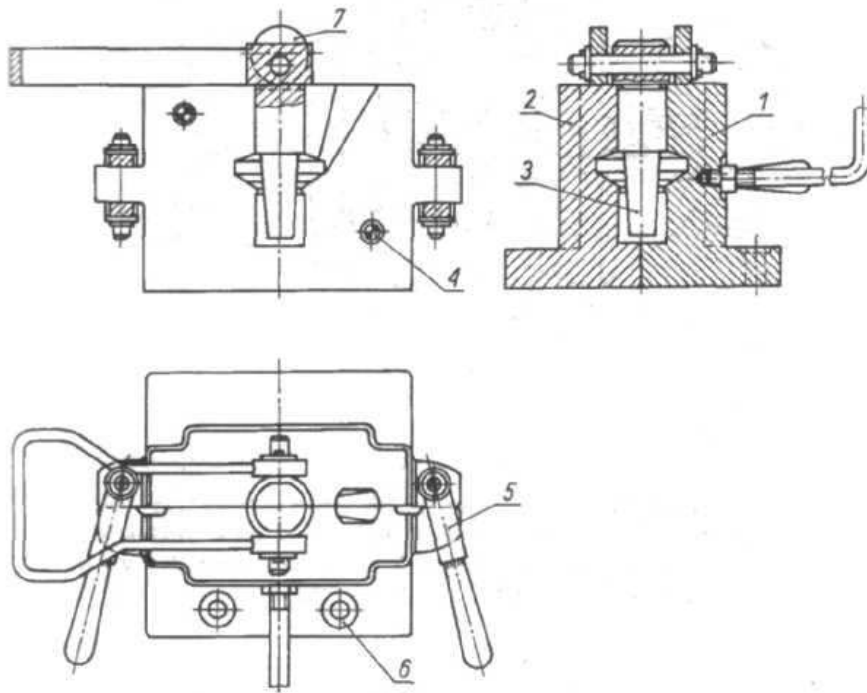
Kokila do odlewania tłoków aluminiowych: 1 – ruchoma część korpusu, 2 – nie-ruchoma część korpusu, 3 – podstawa korpusu, 4 – układ wlewowy



Odlewanie kokilowe pod niskim ciśnieniem – forma wypełniana jest pod niewielkim ciśnieniem lub pod ciśnieniem zwykle nie przekraczającym 0,2 MN/m<sup>2</sup>, najczęściej poniżej 0,1 MN/m<sup>2</sup>.

- Zastosowanie tylko do odlewania stopów metali nieżelazny

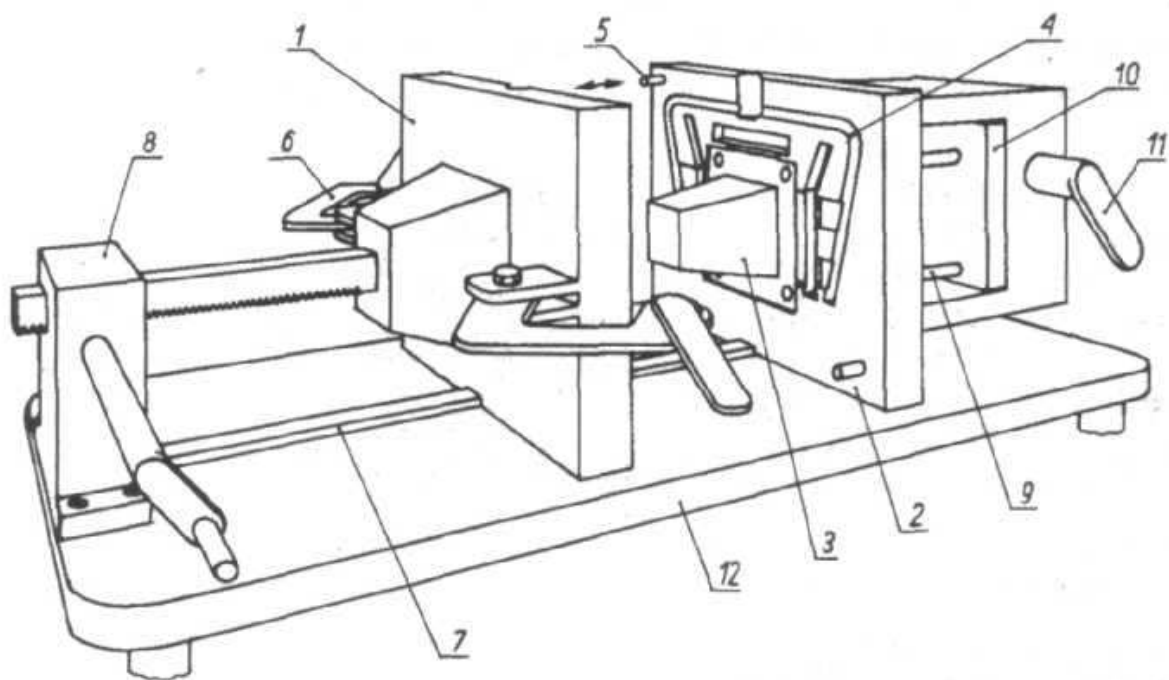
Schemat urządzenia do odlewania pod niskim ciśnieniem



Przykład kokili ręcznej rozsuwanej; 1 - ruchoma część kokili,  
 2 - stała część kokili, 3 - rdzeń metalowy, 4 - kołek ustalający,  
 5 - zamknięcie, 6 - otwory mocujące nieruchomą połówkę kokili do stołu koki-  
 larskiego, 7 - mechanizm mimośrodowy do wyciągania rdzenia górnego

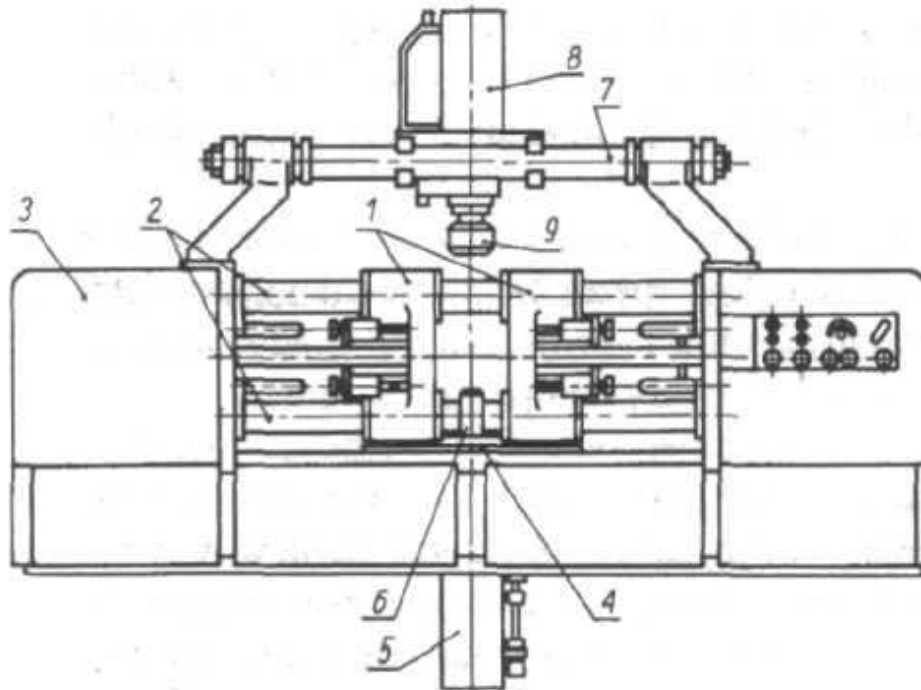
### KOKILARKA

Do operowania kokilami używa się na ogół urządzeń lub maszyn zwanych **koki-  
 larkami** lub maszynami kokilowymi. Kokilarki mogą być projektowane indy-  
 widualnie do danej kokili czy kilku kokil  
 o podobnej konstrukcji albo projektowane  
 i wykonywane przez wyspecjalizowane firmy i dostępne w handlu jako kokilar-  
 ki uniwersalne. Kokila wraz  
 z kokilarką indywidualną jest często nazywana **kokilą zmechanizowaną**.



Przykład kokilarki ręcznej z zamontowaną kokilą do wykonywania niewielkich odlewów; 1 - ruchoma połówka kokili, 2 - stała połówka kokili, 3 - rdzeń, 4 - układ wlewowy, 5 - kołki ustalające, 6 - zamknięcie, 7 - prowadnica, 8 - mechanizm zębatkowy, 9 - wypychacz, 10 - płyta wypychaczy, 11 - dźwignia zębataki napędu płyty wypychaczy, 12 - stół (podstawa)





Przykład kokilarki hydraulicznej;

- 1 - ruchome płyty do montażu połówek kokili, 2 - prowadnice kolumnowe, 3 - korpus maszyny, 4 - płyta pomocnicza, 5 - siłownik do wyciągania rdzeni do dołu, 6 - mocowanie rdzenia dolnego, 7 - trawersa górna, 8 - siłownik do wyciągania rdzeni do góry, 9 - mocowanie rdzenia górnego

## ODLEWANIE KOKILOWE

- Proces wykonywania odlewów polegający na zalewaniu trwałych form metalowych lub z innych materiałów ciekłym metalem .
- Metal jest zalewny do objętości **formy** pod ciśnieniem grawitacyjnym,
- Forma nie jest niszczone po wykonaniu odlewu i może być użyta ponownie wielokrotnie

## MATERIAŁY NA **FORMY** KOKILOWE

Kokile wykonuje się z:

- żeliwa szarego perlitycznego – do odlewów z metali nieżelaznych i małych odlewów cienkościennych z żeliwa,
- żeliwa szarego stopowego niskokrzemowego do odlewania wszystkich stopów metali nieżelaznych i żelaza,
- żeliwa sferoidalnego do odlewania głównie średnich odlewów żeliwnych i staliwnych,
- staliwa węglowego do odlewania dużych odlewów żeliwnych i staliwnych,
- staliwa niskostopowego stosowane do średnich i dużych odlewów ze stopów aluminium i żelaza.

## ODLEWANIE **KOKILOWE** TRWAŁOŚĆ **FORMY**

Trwałość kokili zależy od :

- temperatury zalewania ciekłego metalu do kokili ,
- rodzaju pokrycia ochronnego na powierzchni roboczej kokili

### STOPY ODLEWNICZE ODLEWANE DO FORM KOKILOWYCH

<b>Stop odlewniczy</b>	<b>Formy jednorazowe</b>				<b>Formy trwałe</b>				
	<i>Techniki formierskie</i>				<i>Techniki odlewnicze</i>				
	Formy wilgotne	Formy skorupowe	Fenolowa/furanowa	Pepset/ szkło wodne	Niskociśnieniowe odlewanie kokilowe	Ciśnieniowe odlewanie kokilowe (komora gorąca)	Ciśnieniowe odlewanie kokilowe (komora zimna)	Odewanie odśrodkowe	Odewanie ciągłe
<i>Żeliwo</i>									
Żeliwo szare	X	X	X	X	O			X	X
Żeliwo sferoidalne	X	X	X	X				X	X
Żeliwo ciągliwe	X	O	X	O					
Żeliwo białe	X	X	X						
<i>Staliwo</i>									
Niestopowe	X	X	X	X				X	
Niskostopowe	X	X	X	X				X	
Wysokostopowe	X	X	X	X				X	
Manganowe									
Odporne na korozję i żaroodporne	X	X	X	X			O	X	
<i>Stopy ciężkie</i>									
Mosiądz	X	X	X	X	X				
Brąz	X	X	X						
Miedź	X	X	X	X	X		X	X	X
Stopy cynku				O	O		X	X	
<i>Stopy lekkie</i>									
Stopy aluminium	X	X	X	X	X		X		X
Stopy magnezu	X	O	X	X	X	X	X		
Tytan	O	O	X	X	O				
X- technologia może być stosowana									
O- technologia jest możliwa, ale nie często stosowana									

## ZAKRES ZASTOSOWANIA

- Dostateczna grubość ścianki odlewu
- Prosty kształt i łatwe usuwanie odlewu z **formy**
- Mała liczba rdzeni
- Brak wystających części hamujących skurcz
- Brak nagłych zmian grubości ścianki
- zastosowanie do produkcji seryjnej, wielkoseryjnej i masowej odlewów średnich i małych, przede wszystkim ze stopów metali nieżelaznych, w mniejszym zakresie z żeliwa.

## ODLEWANIE **KOKILOWE**

### WADY I ZALETY

#### ➤ ZALETY

- niższe kwalifikacje personelu obsługi ,
- potrzebna mniejsza powierzchnia odlewni
- mniejsze pole tolerancji niż przy odlewaniu do form wykonanych z masy (0.3mm na odcinku pomiarowym 50 mm )
- dobra jakość powierzchni ( Ra 30 m )
- spadek kosztów wytwarzania w przypadku produkcji wielkoseryjnej
- zwiększenie uzysku metalu
- wyeliminowanie z obiegu masy formierskiej

- -duża dokładność i stałość wymiarowa odlewów,
- - możliwość uzyskania cienkich ścianek odlewów,
- -duża wydajność procesu,
- - wyeliminowanie skrzynek formierskich, ich składowanie i transport,
- - łatwa mechanizacja i automatyzacja procesu.

#### ➤ WADY

- - ograniczone zastosowanie do odlewania niektórych stopów zwłaszcza żelaza,
- - ograniczony kształt i wielkość odlewu,
- - wysoki koszt kokili.
- Technologia stosowana tylko w przypadku produkcji wielkoseryjnej i masowej ( wysoki koszt oprzyrządowania – kokili ),
- Materiał kokili musi być dostosowany do rodzaju metalu zalewanego do kokili ,
- Dużą prędkość studzenia metalu w formie może być źródłem wystąpienia niepożądanego struktury lub naprężeń w odlewie,
- Występują ograniczenia w kształcie odlewu (minimalna grubość ścianki odlewu)

## ***Odlewanie kokilowe pod niskim ciśnieniem***

- Zalety procesu:

- zmniejszenie lub wyeliminowanie nadlewów, gdyż odlew w czasie
- krzepnięcia połączony jest z ciekłym metalem w piecu,
- lepsze niż przy odlewaniu kokilowym grawitacyjnym wypełnienie formy,
- lepsza lejność metalu wskutek wyższej temperatury,
- łatwiejsza mechanizacja i automatyzacja procesu.

- Wady:

- wysokie koszty urządzenia, gdyż kokila związana jest z jednym piecem,
- wyższe koszty eksploatacji (droga instalacja ciśnieniowa, konieczność częstej wymiany rur wlewowych).

## **Klasy chropowatości powierzchni w różnych metodach odlewania**

Rodzaj metody odlewania	Klasa chropowatości					
	C10	C20	C40	C80	C160	C320
Metoda Shawa	+	+				
Metoda wytapianych modeli	+	+	+			
Odlewanie doform skorupowych		+	+	+		
Odlewanie kokilowe		+	+	+		
Odlewanie doform piaskowych				+	+	+

## MINIMALNA GRUBOŚĆ ŚCIANKI ODLEWU KOKILOWEGO

Rodzaj stopu  $g_{\min. (mm)}$

Mg 4

Al 3

Cu (brązy) 3

Żeliwo 4

Staliwo 6

## KLASYFIKACJA TYPÓW FORM METALOWYCH ( KOKIL )

- Bez podziału ( z rdzeniem ceramicznym)
- Z pionową powierzchnią podziału
- Z poziomą powierzchnią podziału
- Z kilkoma płaszczyznami podziału

## PRZEBIEG PROCESU TECHNOLOGICZNEGO

- 1. **Oczyszczenie powierzchni roboczej kokili :**
  - usunięcie zużytej powłoki ochronnej,
  - udrożnienie kanałów odpowietrzających.

- **2. Naniesienie na powierzchnię roboczą kokili powłoki ochronnej:**

Zadania powłoki ochronnej :

- ochrona kokili przed oddziaływaniem wysokiej temperatury,
- ułatwia wyjęcie odlewu z **formy**,
- reguluje szybkość odprowadzania ciepła,
- możliwość wprowadzenia przez pokrycie pierwiastka d do powierzchni

Skład powłoki ochronnej :

1. Osnowa: - kreda mielona

- grafit koloidalny
- grafit srebrzysty,
- mączka kwarcowa

2. Spoiwo: - glina ogniotrwała

- szkło wodne
- żywice



## **Przygotowanie form trwałych**

Przy wytwarzaniu odlewów z zastosowaniem form trwałych (metalowych) mamy do czynienia z gotową formą metalową, którą jedynie należy odpowiednio przygotować. Na rodzaj, wielkość i charakter emisji w tym procesie ma wpływ rodzaj stosowanego materiału do powlekania formy i sposób jego nanoszenia. Źródłem emisji w tym procesie są następujące operacje:

Powlekanie form do odlewania ciśnieniowego (aluminium - odlewy < 5 kg)

- źródło: nanoszenie powłoki wodnej na bazie spoiw organicznych metodą spryskiwania ręcznego na otwarte kokile, przedmuchiwanie maszyn po odlaniu,
- emisja: niezorganizowana emisja pyłów i lotnych związków organicznych – poziom emisji nie monitorowany.

Powlekanie form do odlewania grawitacyjnego - kokilowego (aluminium - odlewy do 3 kg)

- źródło: nanoszenie powłoki wodnej na bazie szkła wodnego oraz talków metodą spryskiwania ręcznego na otwarte kokile, przedmuchiwanie maszyn po odlaniu,
- emisja: niezorganizowana emisja pyłów - poziom emisji nie monitorowany.

Powlekanie form do odlewania grawitacyjnego - kokilowego (żeliwo . odlewy < 20 kg)

- źródło: nanoszenie powłoki wodnej na bazie szkła wodnego oraz koloidalnego chromitu metodą spryskiwania ręcznego na otwarte kokile, nanoszenie warstwy sadzy acetylenowej, przedmuchiwanie kokil po odlaniu,
- emisja: niezorganizowana emisja pyłów - poziom emisji nie monitorowany.

Przygotowanie form do odlewania grawitacyjnego - kokilowego (staliwo - odlewy 5-12 kg)

- źródło: przygotowanie warstwy ogniotrwałej (ubijane masy ze szkłem wodnym utwardzane estrami),

- 3. Podgrzanie kokili do temperatury pracy

Cel :

- regulacja szybkości krzepnięcia odlewu,
- zapobieganie zjawisku powstawania niedolewów, pęknięć i jam skurczowych

- Dobór temperatury kokili w zależności od rodzaju stopu:

Żeliwo - 159-400°C

Staliwo - 100-350°C

Mosiądz - 80-120°C

Brąz - 120-200°C

Aluminium - 150-400°C

#### 4. Zalewanie form kokilowych

Czynności związane z tym etapem :

- sprawdzenie temperatury kokili,
- zamontowanie rdzeni, złożenie kokili i jej zamknięcie,
- kontrola temperatury ciekłego metalu,
- zalanie kokili ciekłym metalem,
- wyjęcie rdzeni bocznych
- demontaż kokili i usunięcie odlewu

#### **ZAGROŻENIA PRACY PRZY ODLEWANIU KOKILOWYM**

Przy odlewaniu kokilowym czynności szczególnie uciążliwe to: wyciąganie rdzeni, otwieranie połówek kokil oraz usuwanie odlewu z formy. W wyniku działania sił związanych ze skurczem wykonanie tych prac wymaga użycia znacznych sił, co stwarza zagrożenie **nadmiernym obciążeniem fizycznym** pracownika.

Specyficzna grupa **zagrożeń urazowych** występuje podczas zalewania form metalowych (odlewanie kokilowe i ciśnieniowe). Najczęściej do wypadków dochodzi w wyniku zetknięcia ciekłego metalu z wilgocią lub zanieczyszczeniami na powierzchni wnęki formy (np. przedostanie się smaru z elementów napędowych).

Sytuacje takie mogą mieć miejsce zwłaszcza wówczas, kiedy napełnienie kokili metalem następuje bez jej odpowiedniego wygrzania (do temperatury 150-200°C). Występujące w takich przypadkach gwałtowne **rozpryski metalu** doprowadzają zwykle do ciężkich obrażeń ciała.

Niedomknięcie formy (wytworzenie nadmiernej szczeliny na powierzchni podziału formy) lub brak zabezpieczenia przed przemieszczeniem się pod wpływem ciśnienia metalu ruchomych części formy prowadzi do **wycieku metalu** przez powierzchnię podziału. Zagrożenia poparzeniem ciekłym metalem w czasie zalewania kokil mogą mieć również miejsce w przypadku użycia niewysuszonych rdzeni piaskowych (skutki podobne jak w formach piaskowych), napełnienia ponad normę łyżek do zalewania, używania niewysuszonych i niewygrzanych łyżek, zgarniaczek do żuźla i innych narzędzi.



**1. Transport piasku formierskiego po wysuszeniu.**

*Zagrożenie: zapylenie wolne krystaliczne krzemionki.*



**2. Urządzenie do regeneracji masy formierskiej.**

*Zagrożenie: urazy przy braku zabezpieczenia przed uruchomieniem z otwarta obudowa*



**3. Formowanie przy użyciu nasypywarki (masa formierska z żywicą).**

*Zagrożenie: emisja szkodliwych składników żywicy, drażniące oddziaływanie na skórę i błony śluzowe.*



**4. Montaż dużego rdzenia do formy.**

*Zagrożenie związane z transportem i upadkiem rdzenia.*



**5. Wykonywanie dużej formy w dole formierskim przy użyciu narzucarki.**

*Zagrożenie: wpadnięcie do dołu, upadek z siedziska narzucarki, hałas i zapylenie.*

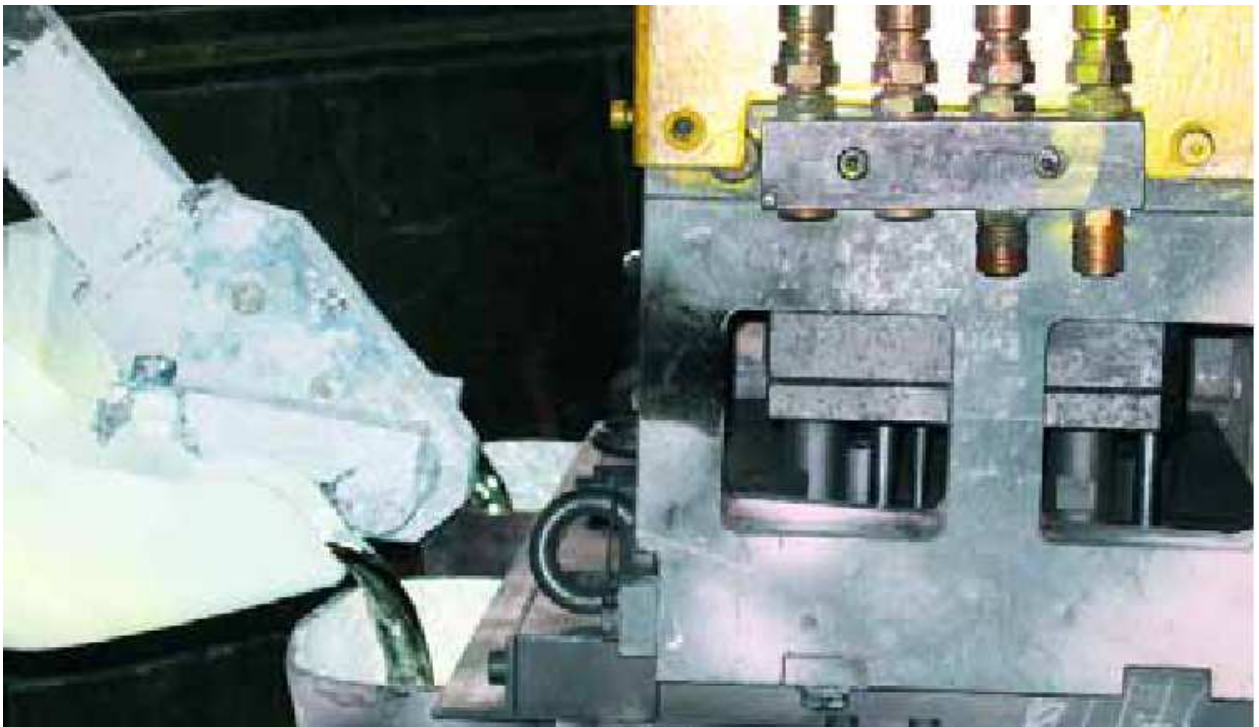




**6. Maszyna ciśnieniowa do odlewania stopów magnezu.**  
*Ostona zabezpiecza przed skutkami rozszczelnienia formy.*



**7. Gniazdo kokilarek karuzelowych z automatycznym zalewaniem form.**  
*Eliminacja konieczności stałego przebywania pracownika.*



**8. Zalewanie kokil przy użyciu automatu.**

*Eliminowanie wielu zagrożeń związanych z ciekłym metalem.*



### **9. Ręczne zalewanie kokili.**

*Zagrożenie: możliwość odprysku lub oblania ciekłym metalem.*



**10. Oczyszczanie odlewów i wykańczanie ich powierzchni w bębnie wi-  
bracyjnym przy zastosowaniu kształtek ceramicznych i emulsji myją-  
cych.**

## CIEKAWOSTKI

Zużycie wody w wybranych odlewniach europejskich dla poszczególnych operacji (BREF)

Odlewnia		Rodzaj procesu	Zużycie wody dm <sup>3</sup> /1Mg dobrych odlewów
Odlewnia mosiądzu niskociśnieniowa		Topienie i odlewanie kokilowe	85,7
Odlewnie aluminium	A	Odlewanie	802
		Wykańczanie (polerowanie)	490
	B	Odlewanie	935
	C	Odlewanie	1709