

ODLEWNICTWO	NORMA BRANŻOWA	BN-81 4045-20
	Odlewnicze formy ciśnieniowe Zasady projektowania	
		Grupa katalogowa 0444

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są zasady projektowania form do odlewania ciśnieniowego metali nie-żelaznych, spełniających wymagania wg BN-76/4045-02.

1.2. Zakres stosowania. Normę należy stosować przy projektowaniu form na maszyny ciśnieniowe o sile zwierania do 16 MN.

1.3. Określenia – wg PN-79/H-01551.

2. ZASADY PROJEKTOWANIA

2.1. Wielkość i typ maszyny ciśnieniowej

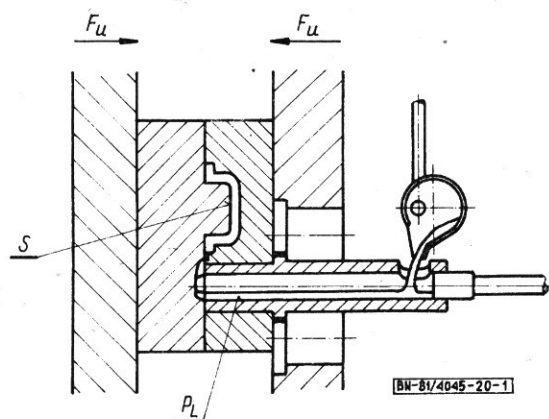
a) Wielkość maszyny ciśnieniowej (jej siłę zwierania (F_u) w MN wg rys. 1) należy przyjmować wg wzoru

$$F_u \geq S \cdot P_L \quad (1)$$

w którym:

S – ogólna powierzchnia odlewów wraz z układem wlewowym i przelewami w m^2 (ustalona w zależności od konstrukcji i wielkości odlewów oraz założonej ilości wnek w formie),

P_L – ciśnienie prasowania w MPa wg tabl. 1.



Rys. 1

Tablica 1

Rodzaj odlewów	P_L w MPa		
	stopy cynku	stopy aluminium i magnezu	stopy miedzi
Proste	10 ÷ 20	do 40	30 ÷ 40
Skomplikowane	20 ÷ 30	40 ÷ 60	40 ÷ 50
Duże szczelne	25 ÷ 40	80 ÷ 150	80 ÷ 100
Powlekane galwanicznie	22 ÷ 25	–	–

Dopuszcza się dobór wielkości maszyny ciśnieniowej za pomocą nomogramów dostarczanych przez producenta maszyny. Sprawdzenie wielkości siły zwierania z punktu widzenia bezpieczeństwa przeprowadza się wg BN-81/4045-19.

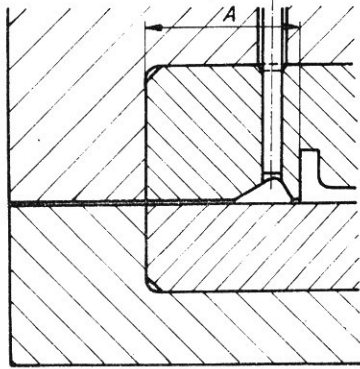
b) Typ maszyny w zależności od stopu odlewniczego oraz kształtu odlewu uzgadnia się pomiędzy odbiorcą a dostawcą.

2.2. Wielkość formy

2.2.1. Wymiary płyt głównych formy należy ustalić uwzględniając rozmieszczenie wnek, przybliżony kształt układu wlewowego, przelewów i odpowietrzeń. Wymiary płyt głównych powinny być zgodne z BN-79/4045-16.

2.2.2. Wielkość wkładek formujących i obudowy należy ustalić wg rys. 2 i tabl. 2, uwzględniając ewentualnie suwaki rdzeniowe, zamki, kołki wodzące oraz inne części związane z działaniem formy. Wymiary wkładek formujących powinny być zgodne z BN-79/4045-16.

Zgłoszona przez Instytut Odlewnictwa
Ustanowiona przez Dyrektora Instytutu Odlewnictwa dnia 30 grudnia 1981 r.
jako norma obowiązująca od dnia 1 stycznia 1983 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 7/1982 poz. 16)



Rys. 2

Tablica 2

F_{a} , w MN	A , w cm
do 1,6	$40 \div 60$
$2,5 \div 4,0$	$60 \div 80$
$5,0 \div 6,3$	$90 \div 100$
$8,0 \div 16,0$	$100 \div 150$

2.3. Układy wlewowe

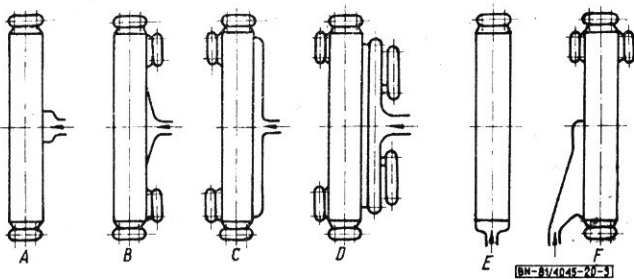
2.3.1. Zasada projektowania. Układy wlewowe należy tak projektować, aby:

- zapewnić dokładne wypełnienie wnęki formy,
- nie powodować zużycia części formy przez erozyjne działanie strumienia metalu,
- nie powodować miejscowego wzrostu temperatury formy,
- umożliwić usunięcie powietrza z wnęki formy,
- nie pogarszać wyglądu zewnętrznego odlewu.

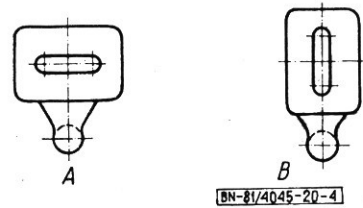
2.3.2. Sposób doprowadzenia metalu do formy. Przykładowe rozwiązania sposobu doprowadzenia metalu do formy:

a) dla formy bez rdzeni wg rys. 3 (A, B, C - rozwiązania nieprawidłowe, D, E, F - rozwiązania prawidłowe),

b) dla odlewu o przekroju prostokątnym z rdzeniem wg rys. 4 (A - rozwiązanie nieprawidłowe, B - rozwiązanie prawidłowe),

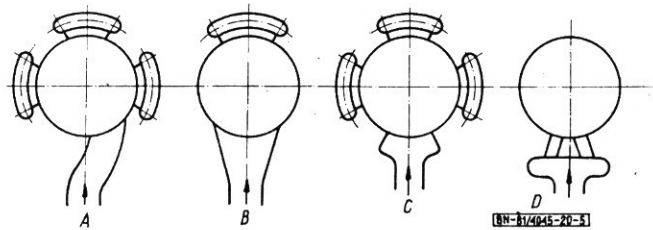


Rys. 3



Rys. 4

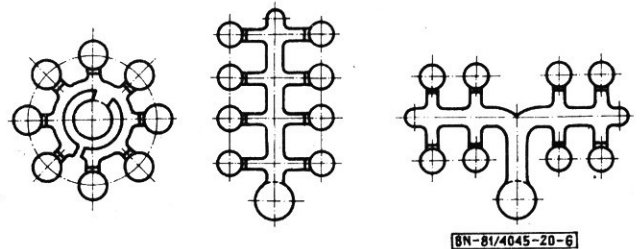
c) dla odlewu o przekroju okrągłym wg rys. 5 (A, B - rozwiązania nieprawidłowe, C, D - rozwiązania prawidłowe).



Rys. 5

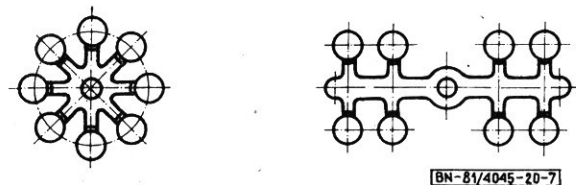
2.3.3. Ukształtowanie układu wlewowego. W zależności od typu maszyny i kształtu formy zaleca się stosować następujące rozwiązania:

a) dla form wielowńkowych przeznaczonych na maszyny z zimną komorą prasowania wg rys. 6,



Rys. 6

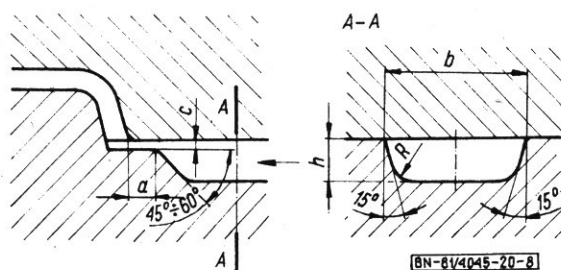
b) dla form wielowńkowych przeznaczonych na maszyny z zimną lub gorącą komorą prasowania wg rys. 7.



Rys. 7

2.3.4. Wlewy doprowadzające i rozprowadzające

2.3.4.1. Kształt i wymiary wlewu doprowadzającego i rozprowadzającego. Zalecany kształt i podstawowe wymiary, w mm, wlewu doprowadzającego i rozprowadzającego wg rys. 8 i tabl. 3.



Rys. 8

Tablica 3

Stop	Wlew doprowadzający		Wlew rozprowadzający ¹⁾	
	a	c	h : b	R
Cynku	0,5 ÷ 1,5	0,35 ÷ 1,2	1:4	$\frac{h}{2}$
Aluminium	1,0 ÷ 3,0	1,0 ÷ 2,5	1:3	
Magnezu	2,0 ÷ 5,0	0,6 ÷ 2,0	1:2	
Miedzi	2,5 ÷ 3,0	1,5 ÷ 3,0	1:5	

¹⁾ Głębokość h nie powinna być mniejsza od 1,5 grubości ścianki odlewu.

Stosunek $c : h$ w zależności od rodzaju maszyny powinien wynosić:

- 1:5 ÷ 1:8 dla maszyny z zimną komorą poziomą,
- 1:8 ÷ 1:10 dla maszyny z zimną komorą pionową,
- 1:8 ÷ 1:10 dla maszyny z gorącą komorą.

2.3.4.2. Powierzchnia przekroju wlewu doprowadzającego. Zaleca się powierzchnię przekroju wlewu doprowadzającego (s) obliczać w mm^2 wg wzoru

$$s = \frac{G}{\rho \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot v_t \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot t_m} \quad (2)$$

w którym:

G - masa odlewu, g,

ρ - gęstość stopu odlewniczego, g/cm^3 ,

v_t - prędkość wypełniania wnęki formy (15 m/s),

t_m - maksymalny czas wypełniania wnęki formy (0,06 s),

k_1, k_2, k_3, k_4 - współczynniki korygujące prędkość i czas wypełniania wnęki formy wg tabl. 4 ÷ 7.

Tablica 4

Grubość ścianki odlewu mm	k_1
powyżej 8	0,75
4 ÷ 8	1,00
1 ÷ 4	1,25

Tablica 5

Ciśnienie prasowania MPa	k_2
do 20	3,0
20 ÷ 40	2,0
40 ÷ 60	1,0
60 ÷ 80	0,8
80 ÷ 100	0,6
powyżej 100	0,4

Tablica 6

Stop	k_3
Ołowiu, cyny	1,1 ÷ 1,2
Cynku	1,0
Aluminium	0,9
Magnezu, miedzi	0,75 ÷ 0,8

Tablica 7

Rodzaj grubości ścianki odlewu	k_4
Równomierna	1,0
Nierównomierna	1,5

Dla odlewów ze stopów aluminium o masie do 200 g powierzchnię wlewu doprowadzającego (s) zaleca się obliczać w mm^2 wg wzoru

$$s = 0,1 \sqrt{V \cdot s_m} \quad (3)$$

w którym:

V - objętość odlewu z przelewami, mm^3 ,

s_m - średnia grubość ścianki odlewu, mm.

2.3.4.3. Czas wypełniania wnęki formy w zależności od średniej grubości ścianki odlewu wg tabl. 8.

Tablica 8

s_m mm	t_m s
1,5	0,01 ÷ 0,03
1,8	0,02 ÷ 0,04
2,0	0,02 ÷ 0,06
2,3	0,03 ÷ 0,07
2,5	0,04 ÷ 0,09
3,0	0,05 ÷ 0,10
3,8	0,05 ÷ 0,12
5,0	0,06 ÷ 0,20
6,4	0,08 ÷ 0,30

2.3.4.4. Prędkość strumienia metalu we wlewie doprowadzającym powinna wynosić:

- 30 ÷ 50 m/s dla stopów cynku,
- 20 ÷ 60 m/s dla stopów aluminium w formach normalnych,
- 15 ÷ 30 m/s dla stopów aluminium w formach próżniowych,
- 40 ÷ 90 m/s dla stopów magnezu,
- 20 ÷ 50 m/s dla stopów miedzi.

2.4. Odpowietrzenia i przelewy

2.4.1. Kanały odpowietrzające należy projektować tak, aby zapewniały usunięcie z formy powietrza i gazów pochodzących z ciekłego metalu i środków oddzielających. Powinny one być umieszczane na powierzchni podziału formy, między ruchomymi i stałymi częściami formy oraz między nieruchomymi częściami formy (np. wkładkami, rdzeniami stałymi).

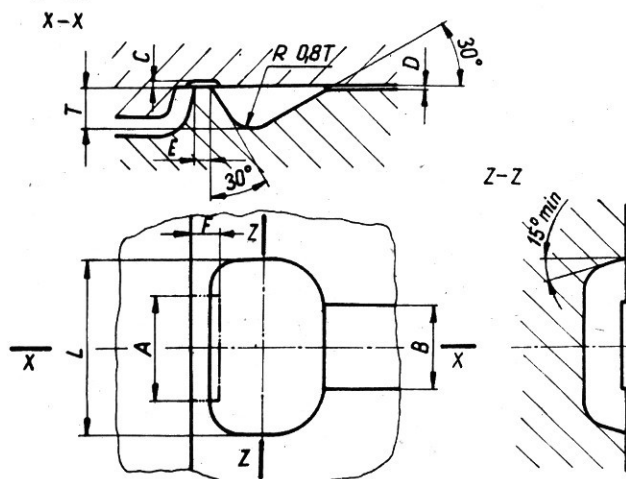
Zalecane głębokości kanałów odpowietrzających należy przyjąć wg tabl.9. Przekrój kanałów odpowietrzających zaleca się przyjmować równy przekrojowi wlewów doprowadzających.

Tablica 9

Stop	Głębokość kanału odpowietrzającego mm
Ołowiu	0,05 ÷ 0,10
Cynku	
Aluminium	0,10 ÷ 0,15
Magnezu	
Miedzi	0,15 ÷ 0,30

2.4.2. Przelewy należy umieszczać w miejscach formy zagrożonych niewypełnieniem ich przez ciekły metal.

Zalecany kształt i wymiary w mm podano na rys.9 i w tabl.10. Pod względem wielkości przelewy podzielono na 8 grup.

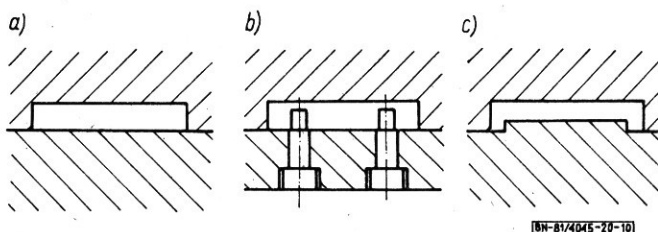


Rys. 9

Tablica 10

Grupa przelewu	0	1	2	3	4	5	6	7
T	14	12	10	8	6	5	4	3
L	określa konstruktor							
A	1,0 ÷ 0,75L							
B	określa konstruktor							
C	dla stopów aluminium 0,6 ÷ 1,2 dla stopów cynku 0,3 ÷ 0,8							
D	dla stopów aluminium 0,10 ÷ 0,15 dla stopów cynku 0,06 ÷ 0,10							
E	0,5 ÷ 5,0							
F	E+1 lub E+2							

2.5. Skurcz odlewniczy. Zależnie od kształtu odlewu, ilości rdzeni oraz stopnia skomplikowania, skurcz we wnętrzu formy może być swobodny (rys.10a), hamowany (rys.10b) lub silnie hamowany (rys.10c).



Rys. 10

Wielkość skurczu dla różnych stopów odlewniczych podano w tabl.11.

Tablica 11

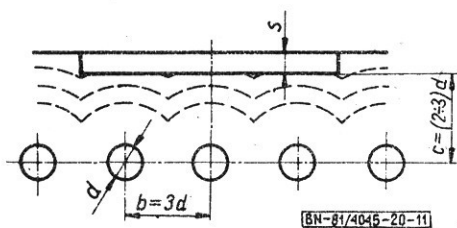
Stop	Skurcz, %		
	swobodny	hamowany	silnie hamowany
Cyny	0,3 ÷ 0,67	0,2 ÷ 0,4	do 0,2
Ołowiu	0,6 ÷ 1,1	0,4 ÷ 0,6	0,1 ÷ 0,4
Cynku	0,8 ÷ 1,58	0,5 ÷ 0,7	0,2 ÷ 0,5
Aluminium	0,8 ÷ 1,6	0,6 ÷ 0,8	0,3 ÷ 0,6
Magnezu	1,0 ÷ 1,8	0,7 ÷ 0,9	0,4 ÷ 0,7
Miedzi	1,0 ÷ 2,1	0,8 ÷ 1,1	0,5 ÷ 0,8

2.6. Chłodzenie formy powinno być takie, ażeby temperatura robocza formy była zgodna z tabl.12.

Tablica 12

Stop	Temperatura, °C	
	maszyna z zimną komorą	maszyna z gorącą komorą
Cynku	170 ÷ 200	180 ÷ 220
Aluminium	230 ÷ 280	-
Magnezu	240 ÷ 260	280 ÷ 300
Miedzi	320 ÷ 350	-

Kanały chłodzenia w płytach głównych powinny być usytuowane zgodnie z rys. 11, których średnica d , w mm, dla grubości ścianek odlewu s , w mm, powinna być zgodna z tabl. 13.

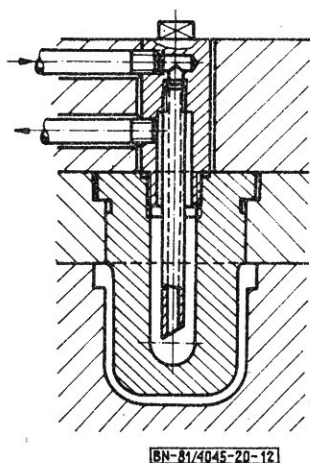


Rys. 11

Tablica 13

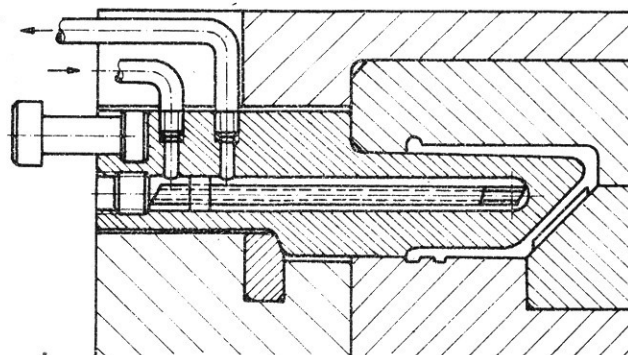
s	d
do 2	8 ÷ 10
do 4	10 ÷ 12
do 6	12 ÷ 15

Rys. 12 przedstawia przykładowe chłodzenie rdzenia stałego, rys. 13 chłodzenie rdzenia ruchomego.



BN-81/4045-20-12

Rys. 12

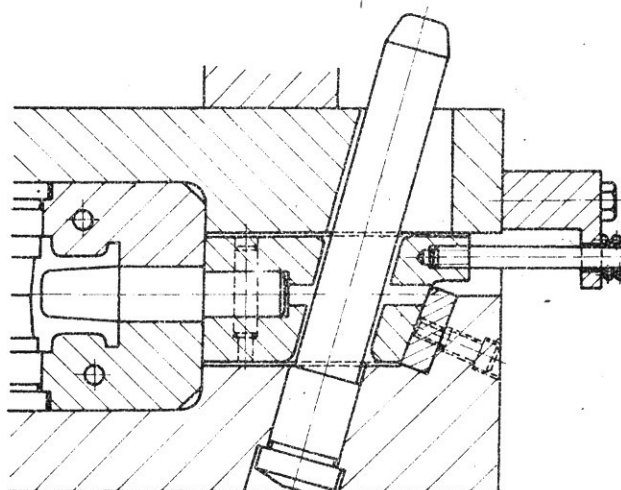


BN-81/4045-20-13

Rys. 13

2.7. Rdzenie ruchome. W formie ciśnieniowej oprócz rdzeni stałych, zamocowanych w płytach głównych stosowane są rdzenie ruchome o różnych rodzajach napędów:

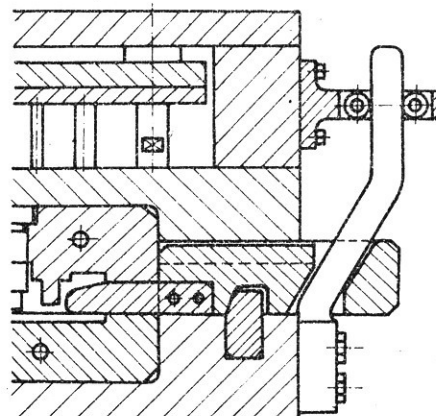
- o napędzie rdzenia za pomocą kołka skośnego wg rys. 14,



BN-81/4045-20-14

Rys. 14

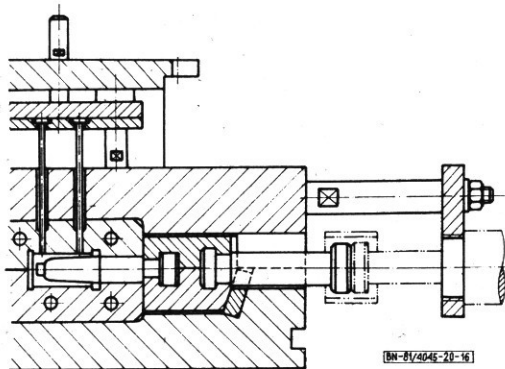
- o napędzie rdzenia po krzywce stosowany w przypadku długich rdzeni wg rys. 15,



BN-81/4045-20-15

Rys. 15

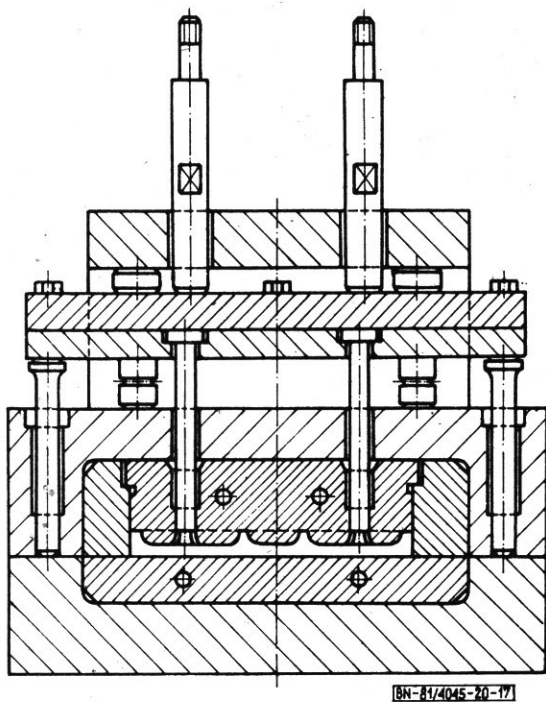
- o napędzie rdzenia za pomocą siłownika hydraulicznego wg rys. 16,



Rys. 16

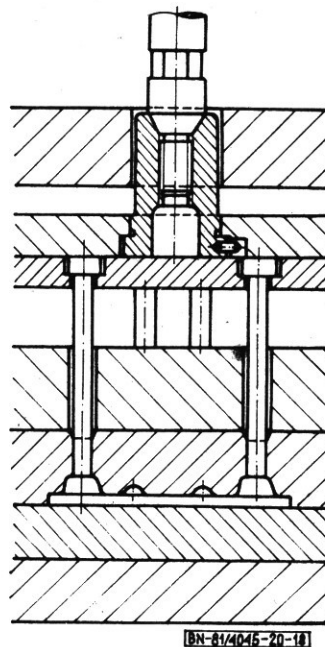
2.8. Wypychanie odlewów z formy po ich skrzepnięciu następuje za pomocą wypychaczy, zwykle napędzanych mechanicznie.

Na rys. 17 przedstawiono wypychanie odlewu za pomocą napędu hydraulicznego poprzez ruchome trzpienie wypychające. Powrót płyt wypychaczy do pierwotnego położenia zapewniają cofające osadzone luźno w płycie głównej ruchomej.



Rys. 17

Na rys. 18 przedstawiono centralne wypychanie hydrauliczne, przy którym ruch tłoczyska siłownika hydraulicznego zapewnia powrotny ruch płyt wypychaczy.



Rys. 18

KONIEC

Informacje dodatkowe

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę – Instytut Odlewnictwa, Kraków.

2. Normy związane

PN-79/H-01551 Odlewnictwo. Odlewanie ciśnieniowe. Nazwy i określenia

BN-76/4045-02 Odlewnicze formy ciśnieniowe do metali. Ogólne wymagania i badania

BN-79/4045-16 Odlewnicze formy ciśnieniowe. Płyty główne

BN-81/4045-19 Odlewnicze formy ciśnieniowe. Zasady obliczania

3. Normy międzynarodowe

PCSN 70-81 Formy ciśnieniowe. Zasady projektowania – całkowicie zgodna.

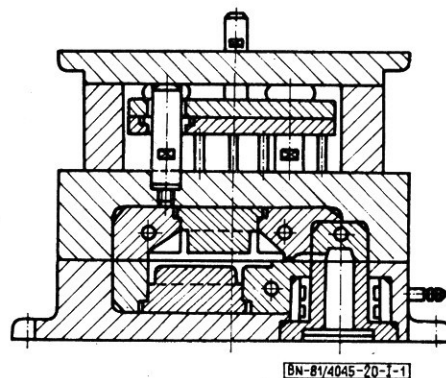
4. Autorzy projektu normy – mgr inż. Maria Ptaszek, mgr inż. Włodzimierz Sadzikowski, mgr inż. Zygmunt Smoleń – Instytut Odlewnictwa, Kraków, mgr inż. Tadeusz Paczka, mgr inż. Zbigniew Strojny – Zakład Doświadczalny Instytutu Odlewnictwa.

5. Materiały na formy ciśnieniowe powinny być zgodne z BN-76/4045-02.

Stal używana do wyrobu wkładek formujących oraz części stykających się z ciekłym metalem powinna mieć następujące właściwości:

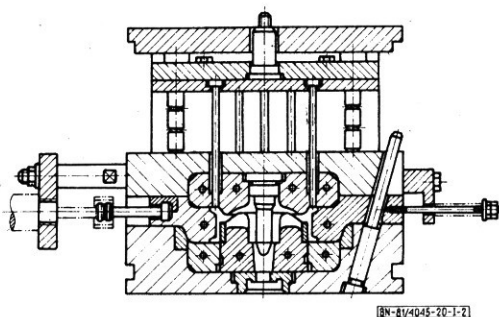
- a) odporność na chemiczne działanie stopu odlewniczego,
- b) odporność na erozyjne działanie strumienia ciekłego metalu,
- c) stałość wymiarową po obróbce cieplnej,
- d) dużą wytrzymałość na rozciąganie i uderzenie w podwyższonych temperaturach,
- e) mały współczynnik rozszerzalności cieplnej,
- f) duże przewodnictwo cieplne,
- g) dobrą obrabialność.

6. Przykłady konstrukcji form. Na rys. I-1 przedstawiono konstrukcję formy na maszynę z zimną komorą poziomą. Forma nie ma ruchomych rdzeni, a wypychanie zapewnia centralny trzpień wypychający, napędzany przez siłownik stanowiący część składową maszyny.



Rys. I-1

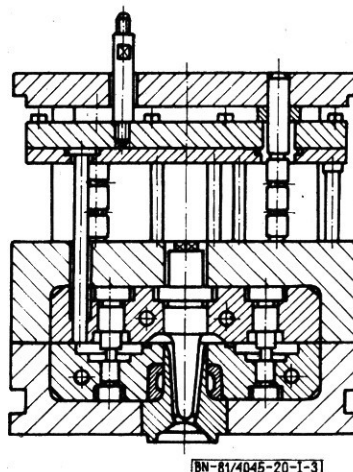
Forma ciśnieniowa przedstawiona na rys. I-2 przeznaczona jest na maszynę z zimną komorą pionową. Forma ma wypychanie hydrauliczne centralne, jeden rdzeń wyciągany na kołku skośnym, drugi za pomocą hydraulicznego wyciągania rdzeni.



Rys. I-2

Na rys. I-3 przedstawiono formę skonstruowaną na maszynę z gorącą komorą.

Forma ma rozdzielacz wlewowy o specjalnym kształcie, a wypychanie hydrauliczne odlewu wykonywane jest poprzez trzpień wypychający o ruchu powrotnym.



Rys. I-3