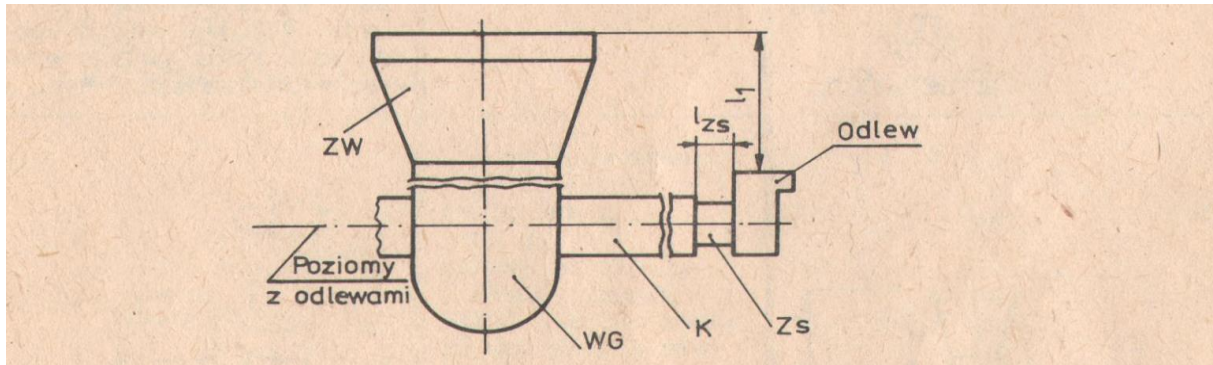


Dane potrzebne do wykonania projektu z przedmiotu technologia odlewów precyzyjnych.

### 1. Obliczanie elementów układu wlewowo – zasilającego



Rys 1 Elementy układu wlewowo - zasilającego

gdzie:


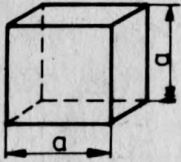
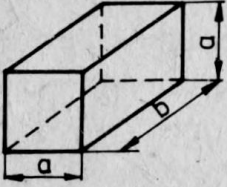
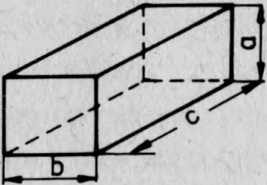
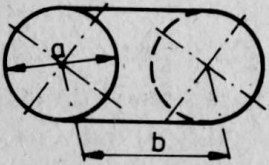
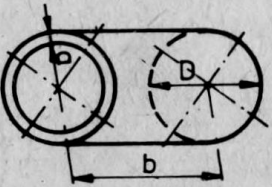
- \* ZW – zbiornik wlewowy
- \* WG – wlew główny
- \* K – kolektor – belka wlewowa, spełniającej funkcję belki żużlowej
- \* Zs – zasilacz – ma doprowadzić metal do odlewu i zasilić go podczas krzepnięcia

Danymi wyjściowymi do obliczania wymiarów układu wlewowo – zasilającego są: moduł najgrubszego węzła cieplnego odlewu (węzła zasilania) i masa odlewu

W pierwszej kolejności należy obliczyć moduł węzła cieplnego odlewu (największego):

Można wykorzystać wzory zamieszczone w tabeli:

Tab. 1

Wzory do obliczeń modułu m węzłów cieplnych odlewu		
Szkic węzła cieplnego odlewu	Wzór do dokładnego obliczenia modułu $m = \frac{V}{P}$ (V - objętość węzła, P - pole powierzchni węzła, z której odprowadzamy ciepło)	Wzór do przybliżonego obliczenia m
1 	kula $m = \frac{d}{6}$	-
2 	sześcian $m = \frac{a}{6}$	-
3 	$m = \frac{a \cdot b}{2(a+2b)}$	Przy $b > 10a$ $m \approx \frac{a}{4}$
4 	$m = \frac{a \cdot b \cdot c}{2(a \cdot c + a \cdot b + b \cdot c)}$	$c > 10a, b > 10a, m \approx \frac{a}{2}$ $c < 5a, b > 10a, m \approx \frac{a}{3}$ $10a > c > 5a, b > 10a$ $m \approx 0,4a$
5 	$m = \frac{a \cdot b}{2(a+2b)}$	Dla $b > 10a$ $m \approx \frac{a}{4}$
6 	$m = \frac{a \cdot b}{2(a+b)}$	Dla $b > 10a$ i $D > 4a$ $m \approx \frac{a}{2}$

Następnie liczymy moduł zasilacza korzystając ze wzorów

$$m_{zS} = \frac{2 * \sqrt[4]{m^3 G} * \sqrt[3]{l_{zS}}}{m_{wG}}$$

$$m_{wG} = \frac{2 * \sqrt[4]{m^3 G} * \sqrt[3]{l_{zS}}}{m_{zS}}$$

gdzie:

- \*  $m_{zS}$  - moduł ochłodzenia dla przekroju zasilacza,
- \*  $m_{wG}$  - moduł ochłodzenia dla przekroju wlewu głównego (stojaka),
- \*  $m$  - moduł ochłodzenia dla największego węzła odlewu (przykładowe sposoby obliczania podano w tabeli),
- \*  $G$  - masa odlewu, g,
- \*  $l_{zS}$  - długość zasilania.

lub korzystając z tabel, dobieramy moduł zasilacza i średnicę wlewu głównego

Masa odlewu w gramach	Rodzaj parametru	Wartość parametrów "m" modułów węzłów odlewów (w mm)										
		1,1	1,8	2,5	3	3,5	3,9	4,2	4,6	5,1	5,3	6,7
50	D <sub>wg</sub> mm	20	20	25	25	30	-	-	-	-	-	-
	m <sub>zs</sub> dla l <sub>zs</sub> = 4 mm	1,75	2,5	2,7	3,3	3,5	-	-	-	-	-	-
	m <sub>zs</sub> dla l <sub>zs</sub> = 8 mm	2	3	3,2	3,5	3,75	-	-	-	-	-	-
51-100	D <sub>wg</sub> mm	20	20	25	30	30	30	30	35	-	-	-
	m <sub>zs</sub> dla l <sub>zs</sub> = 4 mm	2	2,75	3	3	3,5	4	4,25	4,7	-	-	-
	m <sub>zs</sub> dla l <sub>zs</sub> = 8 mm	2,5	3,25	3,5	3,75	4,3	4,75	5	5,2	-	-	-
101 - 200	D <sub>wg</sub> mm	20	25	30	30	35	35	40	40	40	45	45
	m <sub>zs</sub> dla l <sub>zs</sub> = 4 mm	2,5	2,75	3	3,25	3,75	4	4,5	4,75	5,5	6	6,5
	m <sub>zs</sub> dla l <sub>zs</sub> = 8 mm	3	3,5	3,75	4,25	4,5	4,75	5	5,25	5,75	6,25	6,75
201 - 300	D <sub>wg</sub> mm	20	25	30	30	35	35	40	40	40	45	45
	m <sub>zs</sub> dla l <sub>zs</sub> = 4 mm	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4,25	4,5	4,75	5,25	6	6,5
	m <sub>zs</sub> dla l <sub>zs</sub> = 8 mm	3,25	3,75	4	4,75	4,75	5,25	5,25	5,25	5,75	6,25	6,75
301 - 500	D <sub>wg</sub> mm	-	-	30	35	35	40	40	40	40	45	50
	m <sub>zs</sub> dla l <sub>zs</sub> = 4 mm	-	-	3,75	3,75	4,25	4,25	4,5	4,75	5,25	6	6,5
	m <sub>zs</sub> dla l <sub>zs</sub> = 8 mm	-	-	4,5	4,5	5,25	5,25	5,5	6	6,5	6,5	6,75
501 - 750	D <sub>wg</sub> mm	-	-	30	35	40	40	40	40	45	45	50
	m <sub>zs</sub> dla l <sub>zs</sub> = 4 mm	-	-	4	4	4,25	4,5	5	5,25	5,25	6	6,5
	m <sub>zs</sub> dla l <sub>zs</sub> = 8 mm	-	-	5,25	5,25	5,5	5,75	6,25	6,25	6,5	7	7,2

Masa odlewu w gramach	Rodzaj	Wartość parametrów "m" modułów węzłów odlewów (w mm)						
		3,5	3,9	4,2	4,6	5,1	5,8	6,7
751 - 1000	D <sub>wg</sub> mm	40	40	40	45	45	45	50
	m <sub>zs</sub> dla l <sub>zs</sub> = 4 mm	4,75	5	5,25	5,25	5,5	6	6,5
	m <sub>zs</sub> dla l <sub>zs</sub> = 8 mm	5,75	6,25	6,5	6,75	6,75	7,5	7,5
1001 - 1500	D <sub>wg</sub> mm	-	-	45	45	50	50	55
	m <sub>zs</sub> dla l <sub>zs</sub> = 4 mm	-	-	5,25	5,5	5,5	6	6,5
	m <sub>zs</sub> dla l <sub>zs</sub> = 8 mm	-	-	6,5	7	7	7,5	7,5
1501 - 2000	D <sub>wg</sub> mm	-	-	-	45	50	50	55
	m <sub>zs</sub> dla l <sub>zs</sub> = 4 mm	-	-	-	6	6	6,25	6,5
	m <sub>zs</sub> dla l <sub>zs</sub> = 8 mm	-	-	-	7,5	7,5	7,5	7,75
2001 - 2500	D <sub>wg</sub> mm	-	-	-	-	50	55	60
	m <sub>zs</sub> dla l <sub>zs</sub> = 4 mm	-	-	-	-	6	6,25	6,75
	m <sub>zs</sub> dla l <sub>zs</sub> = 8 mm	-	-	-	-	7,5	8	8
2501 - 3000	D <sub>wg</sub> mm	-	-	-	-	-	55	60
	m <sub>zs</sub> dla l <sub>zs</sub> = 4 mm	-	-	-	-	-	6,5	6,75
	m <sub>zs</sub> dla l <sub>zs</sub> = 8 mm	-	-	-	-	-	8	8
3001 - 3500	D <sub>wg</sub> mm	-	-	-	-	-	-	60
	m <sub>zs</sub> dla l <sub>zs</sub> = 4 mm	-	-	-	-	-	-	6,75
	m <sub>zs</sub> dla l <sub>zs</sub> = 8 mm	-	-	-	-	-	-	8,5

Długość  $l_{zs}$  musi być większa od minimalnej wartości pozwalającej bez przeszkód dokonać odcięcia wykonanych odlewów frezem od wlewu głównego

- \* Dobre odlewy można otrzymać tylko wtedy, gdy moduł wlewu głównego  $m_{wg}$  jest większy od modułu zasilanego węzła odlewu  $m_{zs}$  (kierunkowe krzepnięcie zespołu odlewów z układem w-z - odlewy krzepną pierwsze).
- \* Ponadto przy obliczaniu wymiarów WG nieracjonalnie jest przyjmować ich średnice mniejsze od 20 mm i większe od 65 mm.
- \* W pierwszym przypadku mamy trudności z odcięciem odlewów od WG z uwagi na mały przekrój osłabiony przez jamy skurczowe.
- \* W drugim przypadku duże i ciężkie bloki modeli utrudniają pracę we wszystkich fazach procesu technologicznego i zachodzi konieczność stosowania specjalnego oprzyrządowania.
- \* Jeśli wymiary zasilaczy podane w tablicach są za duże w stosunku do wymiarów danego węzła cieplnego odlewu, trzeba dobrać wymiar przekroju WG (25) tak, żeby otrzymać odpowiednią wielkość dopasowaną do wymiarów węzła.
- \* Jeśli odlew ma dwa lub więcej węzłów cieplnych łączonych z WG, wtedy odlew dzielimy na tyle oddzielnych elementów, ile jest węzłów, i dla każdego oddzielnie obliczamy wymiary zasilaczy.
- \* Odległość  $l_1$  (rys 1) od górnej powierzchni zbiornika ZW do górnej powierzchni Odlewu powinna być większa od 60 mm.

Mając obliczony moduł zasilacza  $m_{zs}$ , wyliczamy powierzchnię przekroju zasilacza.

W przypadku zasilaczy walcowych

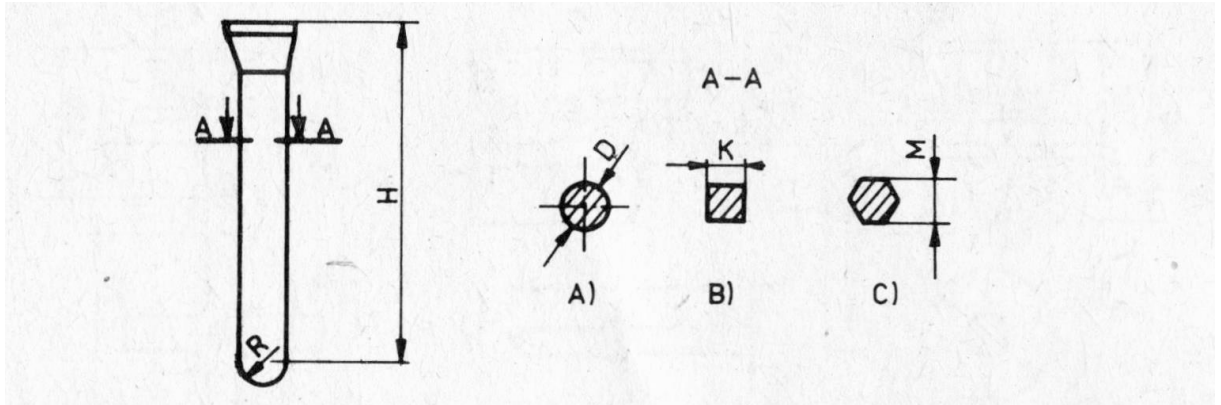
$$m_{zs} = \frac{V_w}{P_{odpr\ ciepła}} = \frac{\frac{\pi * D_z^2}{4} * l_{zs}}{\pi * D_z * l_{zs}} = \frac{D_z^2}{4D_z} = \frac{D_z}{4}$$

Stąd

$$D_z = 4 * l_{zs}$$

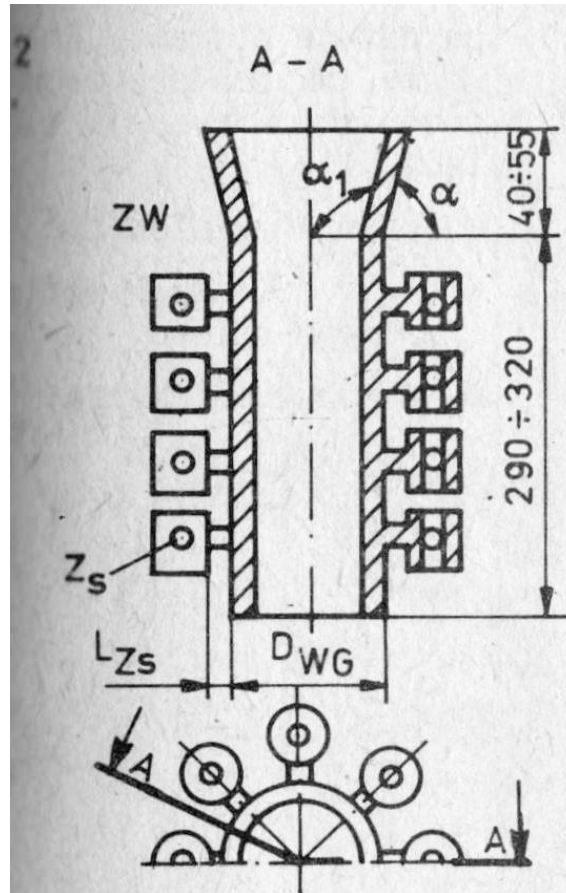
Kolejny etap to dobór wlewu głównego

W tabeli zestawiono stypizowane wielkości wlewu głównego dla odlewów o masie do 500 g



Typ wlewu głównego	Wymiary przekroju mm	Wysokość wlewu głównego H				
		w mm				
		250	280	320	360	400
Przekrój koła - A	D = 20	+		+		
	25		+	+		
	32		+	+	+	
	36			+	+	
	40			+	+	+
Przekrój kwadratu - B	K = 20		+	+		
	25		+	+	+	
	32		+	+	+	+
	36		+	+	+	+
Przekrój sześciokąta - C	M = 20	+	+	+		
	25		+	+		
	30			+	+	
	32			+	+	

W przypadku stosowania kolektorów obliczenia prowadzimy w następujący sposób



Zastosowanie wlewu głównego drażonego powoduje znaczne zwiększenie (50%) uzysku metalu. Optymalna grubość odlewu 5 i 10 mm

$$D_{WG} = 45 - 200 \text{ mm}$$

Grubość WG u góry 6 - 16 mm, u dołu 4 - 8 mm.

$$m_{WG} = 1,60 * m^{0,65}$$

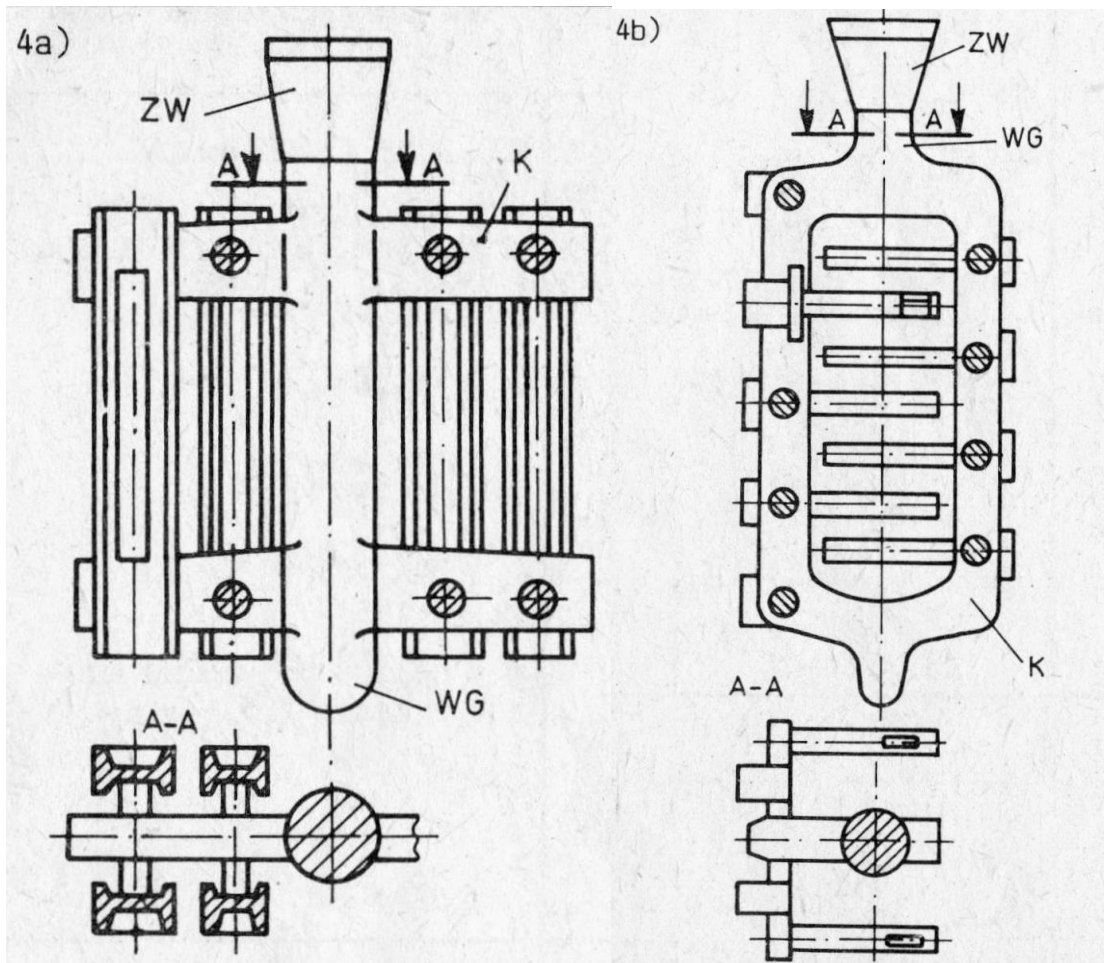
$$m_{Zs} = 1,6 * m^{0,5}$$

$$l_{Zs} = 6 - 8 \text{ mm}$$

$$\alpha = 50 - 60^\circ$$

$$\alpha_1 = 105 - 115^\circ$$

m - obliczamy według wzorów z tabl.



Przede wszystkim dla odlewów:

o kształcie płytek - kolektory poziome k (4a)

o kształcie wałeczków - kolektory pionowe (4b).

Zastosowanie do odlewów, w których długość stanowi znaczną wielokrotność średniej grubości. Dwa węzły do zasilania (rys. 4a), jeden węzeł (rys. 4b).

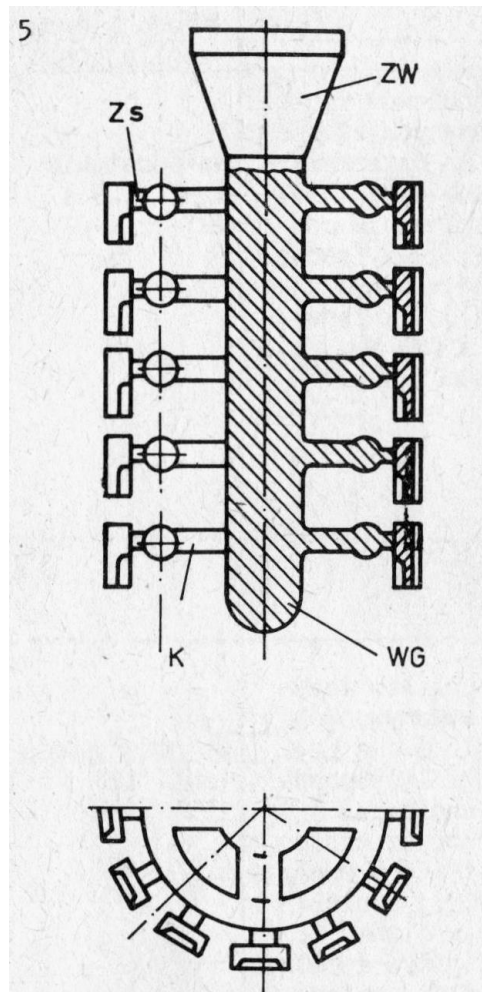
$$m_k = (0,75 - 0,85) * m_{WG}$$

pozostałe elementy obliczamy podobnie jak w przypadku bez kolektora.

Moduł  $m_k$  powinien być większy od modułu węzła cieplnego odlewu.

$m_k$  - moduł kolektora





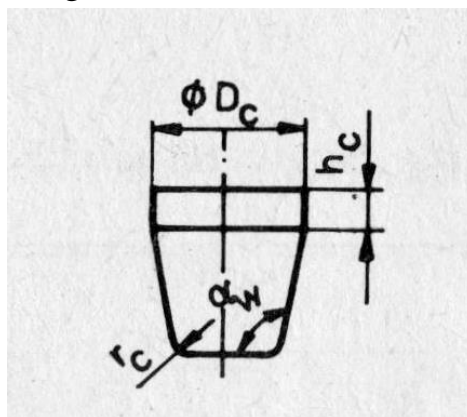
Gdy trzeba wykonać odlewy o dużej szczelności i bez wad wewnętrznych, stosujemy kolektory pierścieniowe spełniające funkcje belek wlewowych K (BW).

Zanieczyszczenia pozostają w belce. Odlewy małe o masie do 0,5 kg.

$$m_k = (0,7 - 0,75) * m_{WG}$$

pozostałe elementy obliczamy podobnie jak w przypadku bez kolektora.

Budowa zbiornika wlewowego



### Wymiary typowych zbiorników wlewowych

Optymalna szybkość zalewania	Wymiary w mm			Kąt
	$D_c$	$r_c$	$h_c$	$\alpha_w$
do 1,0	60	3	10	55 - 60
ponad 1 do 1,5	80	3	14	
ponad 1,5 do 3	100	4	18	
ponad 3	120	5	22	

#### 2. Obliczanie parametrów zapełniania formy

Zapełnienie formy musi się odbywać z odpowiednią szybkością. Za niska szybkość prowadzi do niedolewów, za duża - do zagazowania i wprowadzenia do odlewu wtrąceń niemetalicznych.

Optymalna prędkość zalewania

$$v_p = k_4 \frac{l_{max}}{g_0} \text{ kg/s}$$

gdzie:

$k_4$  - współczynnik równy 0,05 przy zalewaniu z góry, 0,06 - z boku i 0,08 - z dołu,

$l_{max}$  - maksymalna długość najcieńszej ścianki, mm,

$g_0$  - grubość najcieńszej ścianki, mm.

Przekrój minimalny, przez który przepływa metal

$$f_{min} = \frac{23 * v_p}{\mu * \gamma * \sqrt{H_m}}$$

gdzie:

$H_m$  - ciśnienie metalu w najcieńszej ściance (w cm słupa metalu),

$\mu$  - współczynnik przepływu (dla przepływu laminarnego 0,8 - 0,9, dla przepływu dynamicznego 1,4 - 1,5)

$\gamma$  - gęstość metalu, g/cm<sup>3</sup>.

Po wyliczeniu  $f_{min}$  należy wyliczyć średnicę  $D_{z_{min}}$

Następnie porównujemy wartość  $Dz_{\min}$  (min średnica zasilacza) z  $Dz$  (średnica zasilacza) obliczoną z  $m_{ZS}$ .

W przypadku gdy  $Dz_{\min} \leq Dz$  przyjmujemy obliczenia za poprawne

Natomiast gdy  $Dz_{\min} > Dz$  należy ponownie dobrać  $m_{ZS}$  tak aby  $Dz$  była co najmniej równa  $Dz_{\min}$

3. Obliczenie całkowitego skurczu do wykonania matrycy

$$Sc = S_{odl} - R_f + S_w$$

$Sc$  – skurcz całkowity

$S_{odl}$  – Skurcz stopu z jakiego będzie wykonany odlew

$R_f$  – rozszerzalność formy ceramicznej

$S_w$  – skurcz wosku

Literatura

1. M. Perzyk, K. Błaszczkowski, R. Haratym, S. Waszkiewicz „Materiały do projektowania procesów odlewniczych”, PWN Warszawa 1990r.

2. A. Tabor, J.S. Rączka „Projektowanie odlewów i technologii form