

Cena zł 1300,—

Odlewnictwo



PORADNIK INŻYNIERA

odlewnictwo

WYDAWNICTWA NAUKOWO-TECHNICZNE

Do ogrzewania zwykle stosuje się jedną lub trzy elektrody grafitowe, zasilane odpowiednio prądem jedno- lub trójfazowym (maksymalna moc 100 kVA). Masę (zero) podłącza się do metalowej (stalowej) masywnej listwy (odizolowanej od skrzynki formierskiej) umieszczonej w szyjce nadlewu. Można stosować ręczną lub automatyczną regulację procesu łukowego dogrzewania nadlewów (pionowy ruch elektrod).

Powierzchnię rozgrzewanego lustra metalu w nadlewie pokrywa się żużlem, zaś samą wnękę odkrytego nadlewu najlepiej wykonać z ognioodpornego gatunku piasku, np. cyrkonowego. Metoda łukowego dogrzewania nadlewu wymaga kosztownego oprzyrządowania, a jej stosowanie musi być ekonomicznie uzasadnione.

4. Parametry zalewania form i dobór układów wlewowych

a. Podstawowe parametry zalewania form piaskowych różnymi stopami

Podstawowymi parametrami zalewania form odlewniczych są: *czas zalewania* (omówiony w p. c) i *temperatura zalewania* formy, która jest zależna od rodzaju stopu, wielkości odlewu i grubości ścianki. Temperatury, przy których należy zalewać formy odlewnicze dla stopów odlewniczych, podano w tabl. VII-18.

Formy odlewnicze wiązane glinkami należy zalewać po ich wykonaniu, nie później niż podano w tabl. VII-19, ponieważ formy wilgotne wysychają i tracą wytrzymałość, a formy podsuszane lub suszone ulegają nawilgoceniu, co może być przyczyną wielu wad odlewów.

b. Kadzie odlewnicze

1) Klasyfikacja i konstrukcje

Zalewanie form odlewniczych może odbywać się *kadziami przechylnymi* (przez dziób kadzi) i *kadziami zatyczkowymi* (przez otwór w dnie kadzi). Klasyfikację stosowanych kadzi w odlewnictwie podano w tabl. VII-20. Schematy kadzi odlewniczych przechylnych pokazano na rys. VII,22, a kadź zatyczkową na rys. VII,23.

Kadzie przechylne (zwykle, syfonowe, bębnowe) umożliwiają regulację ilości metalu wylewanego z kadzi przez jej przechylenie. Kadzie przechylne, oprócz kadzi syfonowych, nie mają możliwości zatrzymania żużla i zanieczyszczeń pływających na powierzchni metalu i dlatego stosuje się je do stopów, których żużel można zestalić i zatrzymać w kadzi w postaci kożucha.

Kadzie zatyczkowe umożliwiają całkowite zatrzymanie żużla i zanieczyszczeń, ale prędkość wypływu metalu z kadzi jest zmienna. Konstrukcja ich jest bardziej skomplikowana w porównaniu z kadziami przechylnymi. Kadzie zatyczkowe są niebezpieczne w użyciu ze względu na możliwość wystąpienia nieszczelności zatyczki oraz zakrzepnięcie metalu na wypływie. Kadzie zatyczkowe, ze względu na całkowite zatrzymywanie żużla i zanieczyszczeń oraz mały spadek temperatury metalu w kadzi, są używane tylko do zalewania staliwa.

Kadzie i łyżki używane do zalewania stopów metali nieżelaznych nie mają wyprawy; dla ochrony przed działaniem ciekłego metalu powleka się ich powierzchnię pokryciem (np. wodorotlenkiem aluminium do stopów aluminium). Łyżki i kadzie do żeliwa są wyprawiane materiałem ogniotrwa-

Tablica VII-18. Temperatury przegrzania i zalewania stopów do form piaskowych

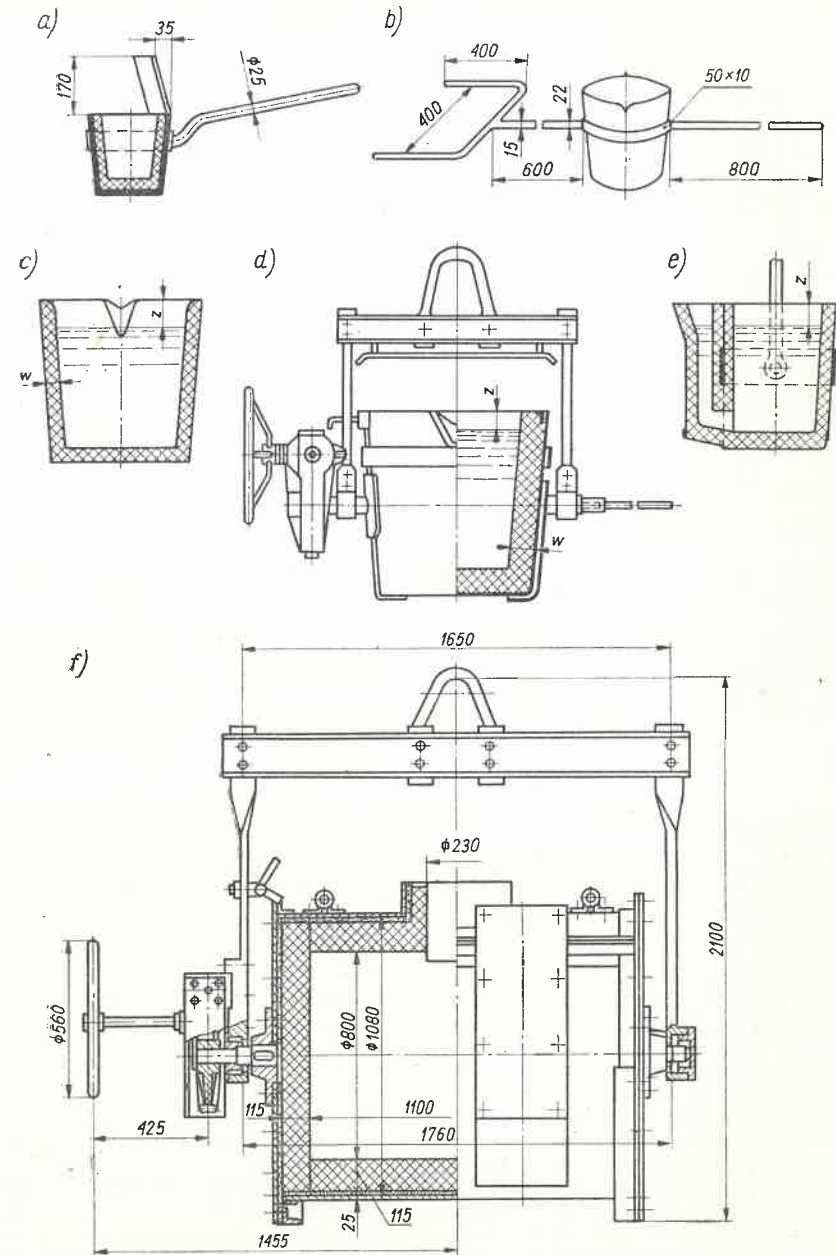
Rodzaj stopu	Grubość ścianki w mm lub rodzaj odlewu	Temperatura stopu, °C	
		przegrzania (spustu)	zalewania
Silumin	do 10	730-750	710-720
	10-20	710-730	700-710
	20	700-710	690-700
Brąz aluminiowy	do 10	1150-1250	1100-1200
Brąz krzemowy	do 10	1130-1180	1100-1150
	10	1080-1130	1050-1100
Mosiądz	—	1050-1150	1000-1100
Stopy magnezu	4-5	—	770-800
	6-8	—	740-770
	> 8	—	710-740
Staliwo węglowe i niskostopowe	odlewy drobne i średnie	1670	1540-1600
	odlewy ciężkie	1650	1520-1580
Staliwo wysokostopowe	odlewy drobne i średnie	1700	1570-1620
	odlewy ciężkie	1670	1550-1600
Żeliwo szare ZL150 i ZL200	odlewy drobne	1380-1400	1380-1400
	odlewy średnie	1420-1490	1300-1330
	odlewy ciężkie	1400-1450	1260-1280
Żeliwo szare ZL250, ZL300 i modyfikowane	odlewy drobne	1450-1550	1380-1400
	odlewy średnie	1420-1490	1300-1340
	odlewy ciężkie	1400-1450	1280-1300
Żeliwo sferoidalne	—	1480-1500	1300-1350
Żeliwo ciągliwe	odlewy drobne i średnie	1480-1550	1380-1450

Tablica VII-19. Najdłuższy dopuszczalny czas przetrzymywania form wiązanych glinkami od chwili wykonania do zalania w h [17]

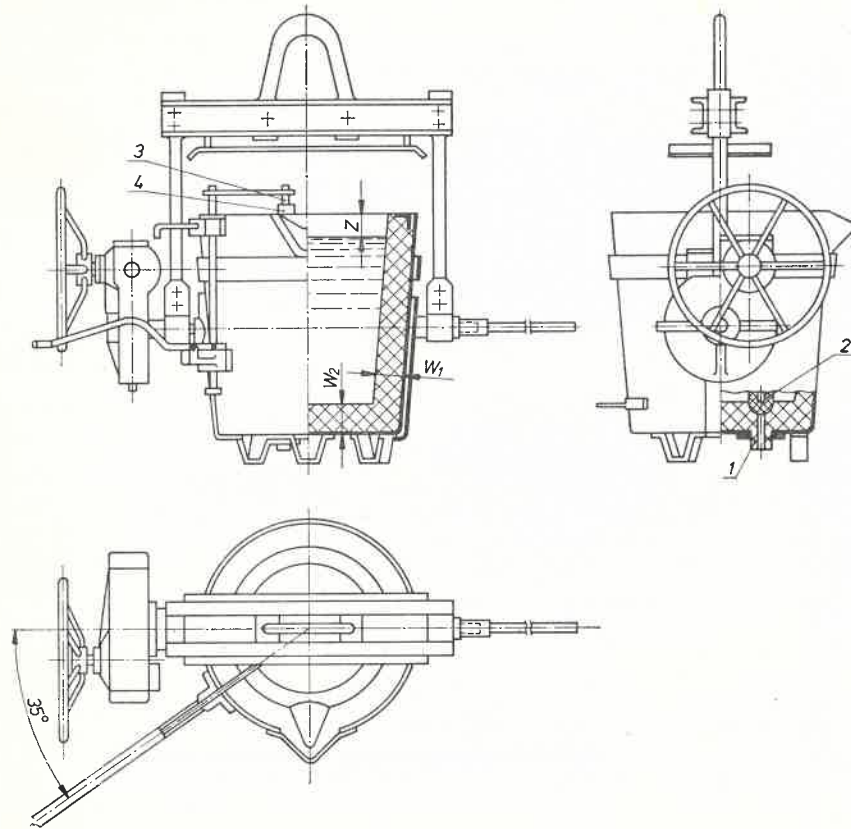
Sposób formowania					
na wilgotno		z podsuszaniem		na sucho	
formy małe	formy średnie	formy średnie w skrzynkach	formy duże w gruncie	formy średnie	formy duże
2-4	4-6	10-12	12-18	18-24	24-36

Tablica VII-20. Klasyfikacja kadzi odlewniczych

Rodzaj	Odmiana		Pojemność kg Fe-C		Transport	Zastosowanie	
Łyżki	żeliwne				ręczny 1-osobowy	stopy metali nieżelaznych, żeliwo	
	blaszane	zwykłe	10-30			stopy magnezu, staliwo	
		syfonowe				stopy metali nieżelaznych	
grafitowe							
Kadzie ręczne	1-widłowe	żeliwne	zwykłe		ręczny 2-osobowy	stopy metali nieżelaznych, żeliwo	
		blaszane	syfonowe			stopy magnezu, staliwo	
	2-widłowe	grafitowe				ręczny 3-osobowy	stopy metali nieżelaznych
							stopy metali nieżelaznych, żeliwo
Kadzie przechylne	otwarte	zwykłe	obrót ręczny	100 250	200 500	urządzenia dźwigowe, wyjątkowo kołowy	stopy metali nieżelaznych, żeliwo
			obrót mechaniczny	1000 2000 5000 10000	1500 3000 7000 15000		stopy metali nieżelaznych, żeliwo
		syfonowe	obrót ręczny	100 250	200 500		stopy magnezu, staliwo i czasem żeliwo
			obrót mechaniczny	1000 3000	2000 5000		stopy metali nieżelaznych, żeliwo
	zamknięte	bębnowe	zwykłe	500	1000	dźwigowy i kołowy	żeliwo
			do sferoidyzacji	500 2000	1500	dźwigowy i kołowy	żeliwo sferoidalne
	zatoryzkowe					urządzenia dźwigowe	staliwo



Rys. VII.22. Kadzie odlewnicze (przechylne) do zalewania form przez dziób: a) łyżka ręczna, b) kadź zwykła z widłami, c) kadź bez oprzyrządowania, d) kadź zwykłą przewoźna, e) kadź syfonowa, f) kadź przewoźna bębnowa



Rys. VII.23. Kadź odlewnicza zatyczkowana typu KOG: 1 — kształtka wylewowa, 2 — zatyczka, 3 — żerdź, 4 — rurka żerdziowa

łym. Do wyłożenia kadzi są używane szmatowe prostki, kliny i masy, które mogą być wykonane z mas plastycznych gatunku B (32% $Al_2O_3 + TiO_2$), gatunku C (27% $Al_2O_3 + TiO_2$) lub z mas półplastycznych B_s i C_s, jak też mogą być używane materiały kwarcowo-szmatowe. Przy kadziach zatyczkowych najniebezpieczniejszym miejscem jest zespół kształtka wylewowa — zatyczka, dlatego też muszą one być wykonane z materiałów o wysokiej ogniotrwałości. Kształtki wylewowe stosowane w kadziach zatyczkowych i używane do ich wykonania materiały zamieszczono w tabl. VII-21. Zatyczki wykonuje się z mas plastycznych gatunku A lub z mas o zwiększonej zawartości Al_2O_3 , czyli gatunku A1, a najlepsze wyniki eksploatacyjne uzyskuje się przy porowatości otwartej 22÷24%.

Kadzie wyprawione suszy się, a następnie czyści i wygładza. Kadzie przed napełnieniem ciekłym metalem należy nagrzać do temperatury 400÷600°C — dla żeliwa i 600÷800°C — dla staliwa.

Tablica VII-21. Klasyfikacja i schematy konstrukcji krajowych znormalizowanych kształtek wylewowych kadzi zatyczkowych

Klasyfikacja materiałowa wylewów wg PN-64/H-12203	Klasyfikacja konstrukcji kształtek wylewowych	
	zakładanych od wnętrza kadzi	zakładanych od zewnątrz kadzi
Zwykle gatunku A, o zawartości $Al_2O_3 + TiO_2$ ponad 36%, o porowatości względnej poniżej 22%, o temperaturze stosowania do 1350°C		
O zwiększonej zawartości Al_2O_3 , gatunku A1, o zawartości $Al_2O_3 + TiO_2$ ponad 45%, o porowatości względnej poniżej 24%, o temperaturze stosowania do 1450°C		
Wypalane, gatunku M2, o zawartości MgO ponad 83%, o porowatości poniżej 26%, o temperaturze stosowania do 1600°C		
Chemicznie związane, gatunku MN, o zawartości MgO ponad 80%		

$$d_n = 20 \div 55 \text{ mm}$$

$$d_n = 20 \div 55 \text{ mm}$$

2) Dobór parametrów kadzi zatyczkowych

Dobór parametrów kadzi zatyczkowych dotyczy wyboru średnicy otworu spustowego oraz wysokości metalu w kadzi, przy jakim możemy zalewać dany odlew, przy założeniu pełnego otwarcia tego otworu, tj. wypływu metalu bez dławienia. Średnicę otworu ustala się biorąc pod uwagę największy odlew, dla którego zachowanie obliczonego czasu zalewania jest istotne. Jeżeli występuje seria takich odlewów zalewanych z tej samej kadzi, to obliczenia prowadzi się dla odlewu ostatniego z serii, natomiast podczas wcześniej zalewanych odlewów może okazać się konieczne dławienie wypływu.

Średnicę otworu spustowego d_w wylicza się ze wzoru

$$d_w = 536 \sqrt{\frac{m}{\rho'_1 \mu_k \tau_z \sqrt{H_{k\bar{s}}}}} \text{ mm} \quad (\text{VII.31})$$

przy czym

$$\sqrt{H_{k\bar{s}}} = 0,5 (\sqrt{H_{k1}} + \sqrt{H_{k2}}) \text{ m} \quad (\text{VII.32})$$

oraz

$$H_{k2} = H_{k1} - \frac{4m}{\pi \rho'_1 D_k^2} \text{ m} \quad (\text{VII.33})$$

gdzie: m — masa odlewu wraz z układem wlewowym w kg, τ_z — dopuszczalny najdłuższy czas zalewania odlewu (ustalony wg zasad podanych w p. 4.c) w s, μ_k —

współczynnik sprawności wypływu metalu z kadzi podany na rys. VII,24, H_{k1} — wysokość metalu w kadzi na początku zalewania odlewu w m, H_{k2} — wysokość metalu w kadzi pod koniec zalewania odlewu w m, ρ_1 — gęstość metalu w stanie ciekłym (wg tablicy VII-2) w kg/m^3 , D_k — średnia średnica wewnętrzna kadzi stosowanej w odlewni w m.

Uwzględniając rozmywanie lub zarastanie otworu wylewowego podczas wypływu metalu, początkową średnicę tego otworu obliczamy ze wzoru

$$d_n = d_w - (\Delta_o + \Delta_p) m_j \quad \text{mm} \quad (VII.34)$$

gdzie: Δ_o — zmiana średnicy wylewu zależna od zawartości węgla i temperatury zalewanego stopu w mm/t, podana na rys. VII,24; Δ_p — zmiana średnicy wylewu, zależna od jej wartości początkowej w mm/t, podana na rys. VII,24, m_j — masa staliwa wylanego z kadzi od początku rozlewania do chwili zalania połowy formy w t.

Na podstawie obliczonej średnicy d_n dobiera się kształtkę wylewową, zgodnie z tabl. VII-21, o średnicy nominalnej d_n wg następującej zasady: dla $d_n \leq 40$ należy dobierać otwór najbliższy większy od obliczonego, a dla $d_n \geq 40$ najbliższy mniejszy od obliczonego.

Obliczenia powyższe ułatwia nomogram podany na rys. VII,24. Dla innych odlewów zalewanych z tej samej kadzi, o uprzednio dobranej średnicy wylewu, można dobrać najkorzystniejszą chwilę ich zalewania przez ustalenie potrzebnej średniej wysokości metalu w kadzi H_{ks} , wykorzystując do obliczeń wzór (VII.31) i (VII.34) lub nomogram na rys. VII,24.

c. Czasy zalewania form

Dla uzyskania odpowiedniego rozkładu temperatur metalu w formie w celu regulacji zjawisk cieplnych podczas krzepnięcia i stygnięcia odlewu, wymagane jest zazwyczaj doprowadzenie ciekłego metalu do najgrubszych części odlewu krzepnącego kierunkowo (bezpośrednio lub za pośrednictwem nadlewu) oraz do części cienkich odlewu mających krzepnąć równocześnie. Dla polepszenia korzystnego rozkładu temperatur dąży się najczęściej do wydłużania czasu zalewania. Wydłużanie tego czasu ograniczają: wytrzymałość formy na napromieniowanie cieplne (dylatacja formy), zmniejszanie lejułości metalu oraz nadmierne utlenianie się powierzchni metalu. W przypadku doprowadzenia metalu w sposób odwrotny od ww. stosuje się jak najkrótsze czasy zalewania w celu zmniejszenia i tak już niekorzystnego dla przebiegu procesów cieplnych i skurczowych rozkładu temperatur ciekłego metalu w formie. Nadmierne skracanie czasu zalewania ogranicza: wytrzymałość mechaniczna formy oraz jej przepuszczalność gazów.

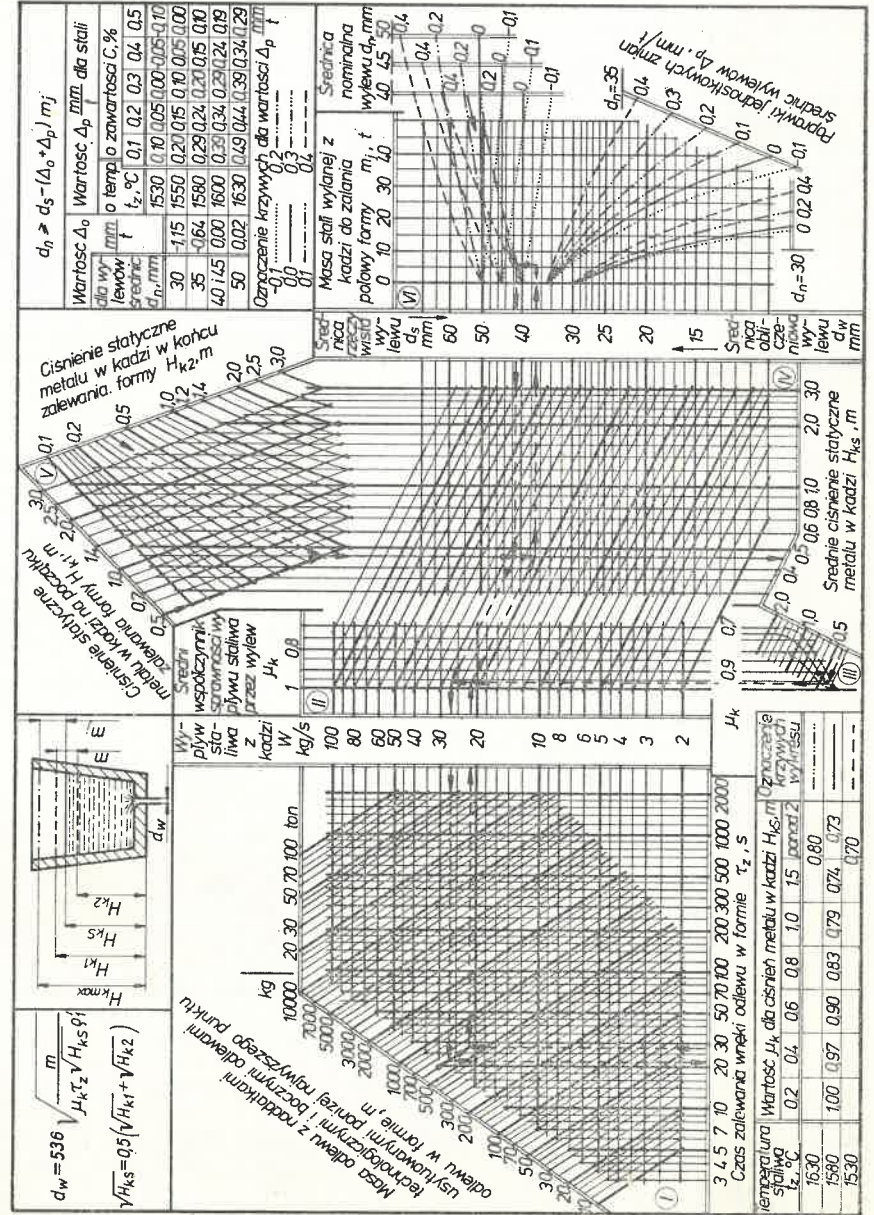
Uwzględnienie wszystkich czynników mogących ograniczać czas zalewania w jednej zależności jest bardzo trudne. Dlatego do obliczania czasu zalewania literatura [3], [19] podaje różne wzory empiryczne nie precyzujące czynnika ograniczającego oraz inne zależności uwzględniające w sposób szczególny tylko jeden z tych czynników.

Zależności pierwszej grupy, ze względu na ich prostą postać i ogólny zakres, są uważane za wzory podstawowe. Można oczekiwać, że czasy zalewania uzyskane wg tych wzorów w praktyce okażą się optymalnymi w przypadku odlewów o mało skomplikowanych kształtach i o niezbyt zróżnicowanych grubościach ścian oraz zalewanych metalem o przeciętnych parametrach termofizycznych. Do najczęściej stosowanych wzorów należą wzory Sobolewa i Dieterta, a zalecany zakres ich użycia jest następujący:

— wzór Sobolewa do odlewów o kształtach zwartych oraz o średnich i dużych grubościach ścian zalecany szczególnie do odlewów stalowych i żeliwnych

$$\tau_z = s \sqrt[3]{\delta m} \quad \text{s} \quad (VII.35)$$

— wzór Dieterta do odlewów o małych lub średnich grubościach ścian za-



Rys. VII.24. Nomogram do ustalania parametrów kadzi zatyckowych [3]

lecany zwłaszcza do odlewów ze stopów miedzi i aluminium oraz z żeliwa ciągliwego i sferoidalnego

$$\tau_z = u \sqrt{m} \quad s \quad (\text{VII.36})$$

gdzie: τ_z — czas zalewania w s, δ — średnia grubość ścianki odlewu w mm, m — masa pojedynczego odlewu wraz z nadlewami i układem wlewowym w kg, s — współczynnik uwzględniający gatunek metalu oraz temperaturę i sposób zalewania formy (podany w tabl. VII-22), u — współczynnik uwzględniający gatunek metalu oraz wpływ grubości ścianek odlewu (podany w tabl. VII-23).

Obliczanie czasu zalewania form wg wzoru (VII.35) ułatwia nomogram podany na rys. VII.25.

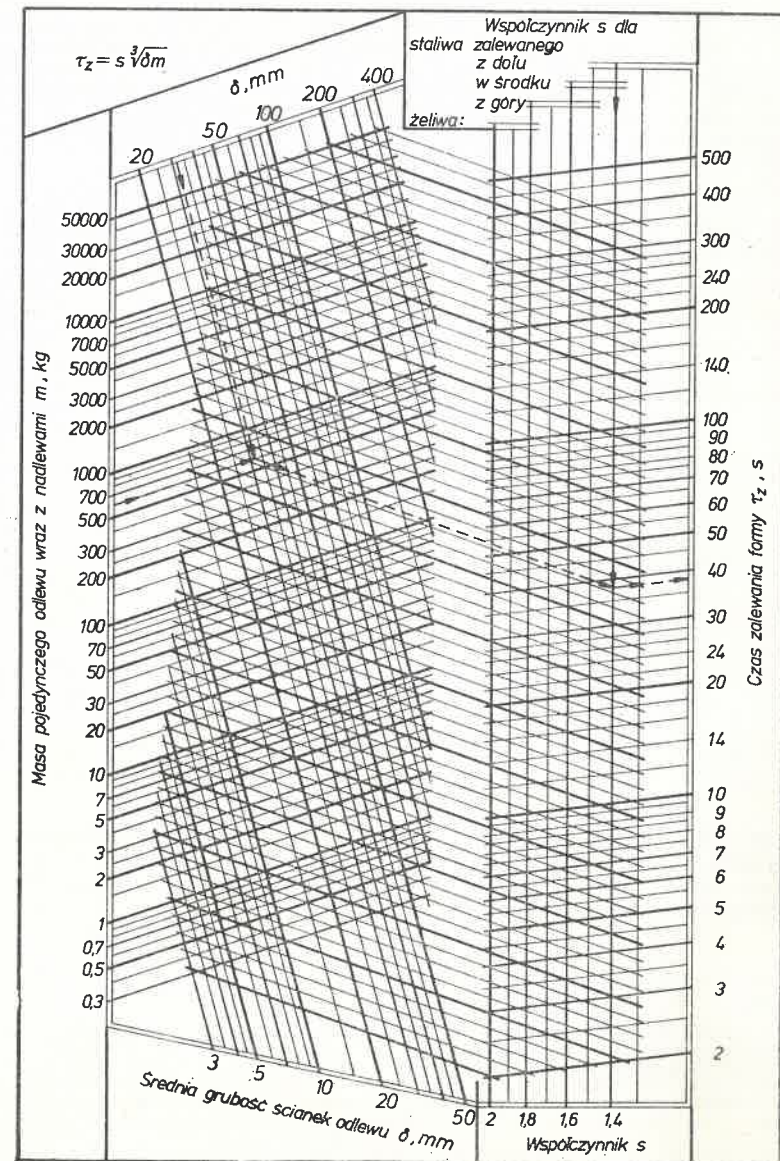
Dla odlewów kształtowo i wymiarowo bardziej skomplikowanych lub zalewanych metalem o ekstremalnych wartościach parametrów termofizycznych uzyskane czasy zalewania ze wzorów podstawowych należy uważać, za wstępne i wymagające ewentualnej weryfikacji. Służą do tego zależności podane poniżej, które można nazwać *wzorami weryfikacyjnymi*, uwzględniające w sposób szczególny określony czynnik ograniczający czas zalewa-

Tablica VII-22. Wartości współczynnika s do wzoru Sobolewa [1], [17], [23]

Rodzaj stopu	Doprowadzenie metalu do formy	Wartość współczynnika s przy temperaturze zalewania	
		normalnej	podwyższonej
Staliwo	z dołu, syfonowo lub grube ścianki odlewu	1,3	1,4–1,5
	w połowie wysokości odlewu lub kaskadowo	1,4	1,5–1,6
	z góry lub równomiernie w cienkie ścianki	1,5–1,6	1,6–1,8
Żeliwo	niezależnie od sposobu zalewania	1,8	2,0
Aluminium w piasku	jw.	1,7	3,0
Mosiądz	układem wlewowym zamkniętym	1,9	
Brąz	niezależnie od sposobu zalewania	2–2,1	

Tablica VII-23. Wartości współczynnika u do wzoru (VII.36) zebrane i opracowane na podstawie [1], [2], [17], [22]

Rodzaj stopu	Wartość współczynnika u przy grubości ścianek w mm						
	3–4	5–6	7–9	9–14	15–21	21–40	40
Stopy aluminium	1,90	1,94	1,98	2,05	2,20	2,30	2,40
Stopy miedzi	1,13	1,15	1,17	1,21	1,26	1,34	1,50
Żeliwo sferoidalne	1,14	1,22	1,33	1,47			
Żeliwo ciągliwe	1,63	1,77	1,95	2,20			
Żeliwo szare	1,71	1,93	2,14	2,35			
Staliwo	1,1–1,5						



Rys. VII.25. Nomogram do ustalania czasów zalewania form piaskowych żelwem i staliwem wg wzoru Sobolewa [17]

nia. Do ich stosowania są wymagane odpowiednie dane szczegółowe o metalu i formie. Za *optymalny czas zalewania* uważamy najkrótszy czas otrzymany bądź ze wzorów podstawowych bądź ze wzorów weryfikacyjnych. Jeżeli brak danych uniemożliwia wykorzystanie tych wzorów, a okoliczności na to pozwalają, to weryfikację wstępnego czasu zalewania przeprowadza się wykonując odlewy próbne.

Ponieważ występują różne czynniki ograniczające czas zalewania, zależne od rodzaju stopu, posługujemy się więc różnymi wzorami weryfikacyjnymi do ustalenia granicznych czasów zalewania, a mianowicie:

1) dla cienkościennych odlewów ze stopów aluminium, magnezu, a czasami i ze staliwa, tj. stopów skłonnych do powierzchniowego utleniania zwłaszcza w atmosferze powstającej na styku metal-forma wskazane jest obliczanie granicznego czasu zalewania zapewniającego minimalną prędkość podnoszenia się lustra metalu

$$\tau_{zv} = \frac{C}{v_p \cdot m_{\min}} \quad \text{s} \quad (\text{VII.37})$$

gdzie: C — wysokość odlewu w pozycji zalewania w cm, $v_{p \cdot \min}$ — najmniejsza dopuszczalna prędkość podnoszenia się poziomu metalu w formie (podana w tabl. VII-24) w cm/s.

Tablica VII-24. Zalecane minimalne liniowe prędkości podnoszenia się poziomu metalu w formie w zależności od grubości ścianek odlewu [1], [15], [17]

Rodzaj stopu	Minimalna prędkość $v_{p \cdot \min}$ cm/s, przy grubości ścian w mm				
	pon. 4	4-7	7-10	10-40	pow. 40
Żeliwo	3-10	2-3	2-3	1-2	0,8-1
Staliwo Stopy aluminium ¹⁾	3-10	1,6-5	pow. 2 1,1-3	pow. 1 4-2	pow. 0,8

¹⁾ Wartości minimalne dla odlewów niskich ok. 10 cm, a maksymalne dla odlewów wysokich ok. 50 cm.

2) dla odlewów stalowych, których formy zwłaszcza z mas kwarcowo-iłowych wilgotnych mając płaskie poziome sklepienia podlegają w czasie zalewania silnemu napromieniowaniu, wskazane jest obliczanie granicznego czasu zalewania ze względu na dylatację formy ze wzoru

$$\tau_{zc} = \frac{m_1}{m_c} \left(\frac{100}{t_z + 273} \right)^4 \cdot B = \frac{m_1}{m_c} \cdot \tau_c \quad \text{s} \quad (\text{VII.38})$$

gdzie: m_c — masa płaskiej, poziomej części odlewu, znajdującej się bezpośrednio pod górną powierzchnią formy, przy zalewaniu której sklepienie podlega napromieniowaniu w kg, t_z — temperatura zalewania w °C, B — liczba odporności masy na dylatację (wartości dla typowych mas ilowych podano w tabl. VII-25) w °C·s, τ_c — dopuszczalny czas napromieniowania górnej powierzchni formy (wartości dla przeciętnych warunków podano w tabl. VII-26) w s.

Dla ułatwienia obliczeń granicznego czasu zalewania wg wzoru (VII.38) służy nomogram podany na rys. VII.26.

3) Dla cienkościennych odlewów stalowych o kształtach rozbudowanych ponad poziomem wlewu doprowadzającego, do których dopływa metal bez odświeżania tracąc swą lejność, wskazane jest obliczanie granicznego czasu

Tablica VII-25. Wartości liczby odporności masy na napromieniowanie ciepłe B °C·s dla mas bentonitowych krajowych [3]

Średnia wilgotność masy % H ₂ O	Liczba odporności masy na napromieniowanie ciepłe B, °C·s dla mas	
	o dobrej odporności	o zmniejszonej odporności
Formy wysuszone	1 380 000	930 000
3,0	880 000	670 000
4,0	750 000	600 000
5,0	630 000	530 000
6,0	550 000	480 000

Tablica VII-26. Dopuszczalne czasy napromieniowania górnej powierzchni formy τ_c dla typowych mas formierskich [3]

Rodzaj masy	Zakres liczby ziarnistości osnowy masy	Zawartość pyłu węglowego %	Dopuszczalne czasy napromieniowania τ_c s, przez			
			staliwo		żeliwo	
			forma wilgotna	forma sucha	forma wilgotna	forma sucha
Naturalna na osnowie piasku z Olsztyna	45-65	0	6-8	10-14		10-18
	45-65	3-5			10-12	
Naturalna na osnowie piasku z Koszar	85-100	3-5			12-15	
Syntetyczna z piasku Biała Góra lub Krzeszówek z zawartością 8÷12% glinki GSzIII	60-70	0	8-10			

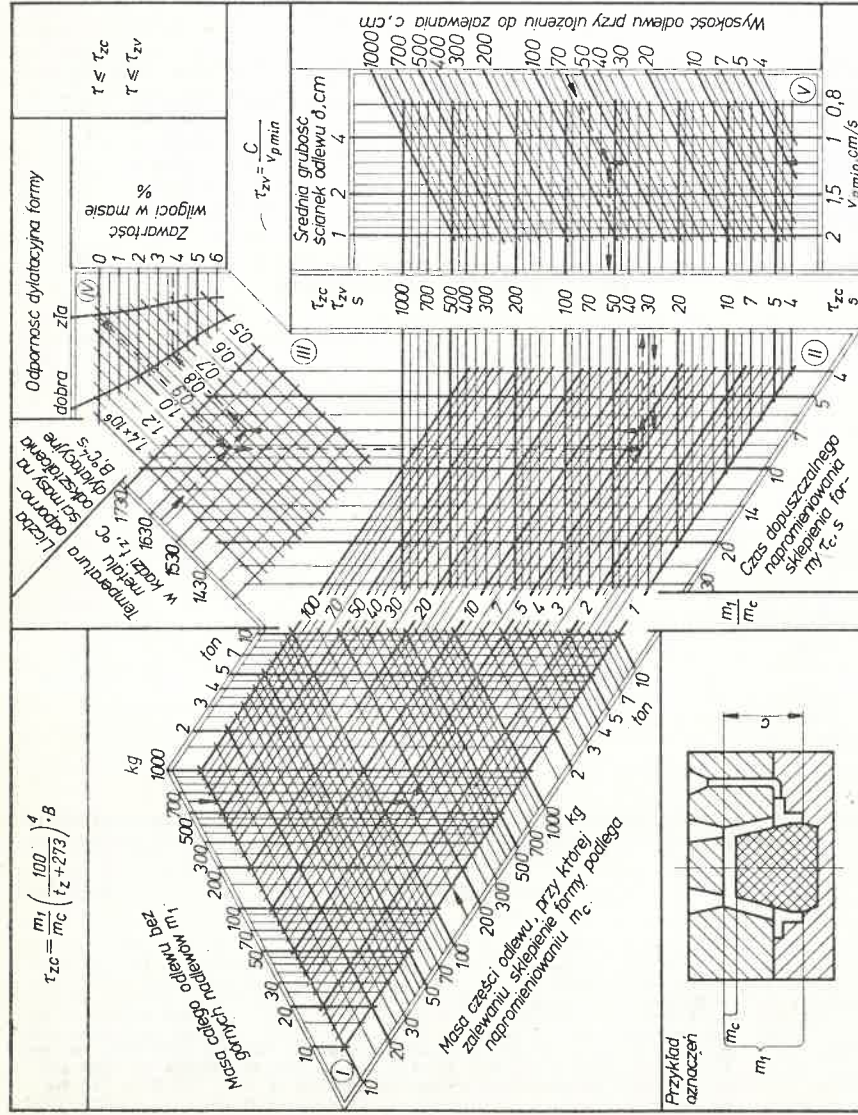
zalewania ze względu na lejność wg wzoru Hessa [3] przydatnego zwłaszcza wówczas, gdy metal jest zalewany do form kwarcowo-iłowych wilgotnych

$$\tau_{ze} = A \frac{m_1}{m_e} \cdot M_e^2 \lg \left(\frac{t_{zp}}{t_{is}} \right)^k \cdot e^{0,2} \quad (\text{VII.39})$$

gdzie: A — współczynnik uwzględniający stopień dokładności odwzorowania odlewu (tabl. VII-27), m_1 — masa jednego odlewu w formie wraz z dodatkami technologicznymi (bez górnych nadlewów) w kg, m_e — masa części odlewu zalewanej wraz z najcieńszą i najtrudniejszą do zalania ścianką odlewu ponad poziomem wlewów doprowadzających, którą czoło metalu zalewa bez dopływu do niego świeżego metalu w kg, M_e — moduł krzepnięcia części odlewu o masie m_e , której zalanie jest niepewne w mm, e — długość spiralnej próby lejności wykonanej wg PN-61/H-04677 w mm (tabl. VII-28), k — wykładnik potęgowy zależny od zawartości węgla w stali (tabl. VII-29), t_{is} — skorygowana temperatura likwidusu podana w tabl. VII-29 w °C, t_{zp} — temperatura zalewania mierzona w strumieniu za pomocą monochromatycznego pirometru optycznego w °C. Jej wartość w stosunku do temperatury mierzonej w kadzi t_z w przybliżeniu można określić ze wzoru

$$t_{zp} \approx 0,92t_z \quad (\text{VII.40})$$

przy czym t_z — temperatura zalewania w °C.



Rys. VII.26. Nomogram do obliczania bezpiecznych czasów zalewania form piaskowych wilgotnych stalwem węglowym ze względu na zachowanie lejności metalu [3]

Tablica VII-27. Wartości współczynnika dokładności odwzorowania odlewu A we wzorze Hessa [17]

Wymagana dokładność odlewu	Charakterystyka odlewów	Współczynnik A
Zalanie tylko głównych ścianek odlewu (bez pewności odwzorowania drobnych jej elementów oraz bez ostrości krawędzi)	odlewy proste o jednakowej grubości ścianek:	
	– mocno skupione, wielordzeniowe	1,4
	– średnio skupione, mało rdzeni	1,2
Odwzorowanie drobnych elementów przyłączonych do odlewu	– rozciągnięte w formie, bezrdzeniowe	1,0
	odlewy z drobnymi elementami:	
Uzyskanie pełnej ostrości wszystkich krawędzi i drobnych elementów odlewu	– skupione, rdzeniowe	0,8
	– rozciągnięte w formie, bezrdzeniowe	0,6
	wszystkie odlewy:	
– o jednakowej grubości ścianek	0,5–0,7	
– o różnych grubościach ścianek	0,4–0,6	

Tablica VII-28. Orientacyjne długości spiral lejności wykonanych wg PN-61/H-04677 e dla stali węglowych (opracowano na podstawie) [8]

Zawart. węgla w stali, %	Długość spirali lejności e, mm, dla temperatury zalewania					
	1542°C	1567°C	1602°C	1627°C	1655°C	1677°C
0,13–0,35	20–50	30–100	70–200	160–400	350–950	800–1600
0,40–0,52	–	–	150–260	230–370	350–540	530–770
0,60–0,80	40–70	60–120	100–170	150–250	230–370	340–570

Tablica VII-29. Wartości wykładnika k i skorygowanej temperatury likwidus t_{ls} we wzorze Hessa [3]

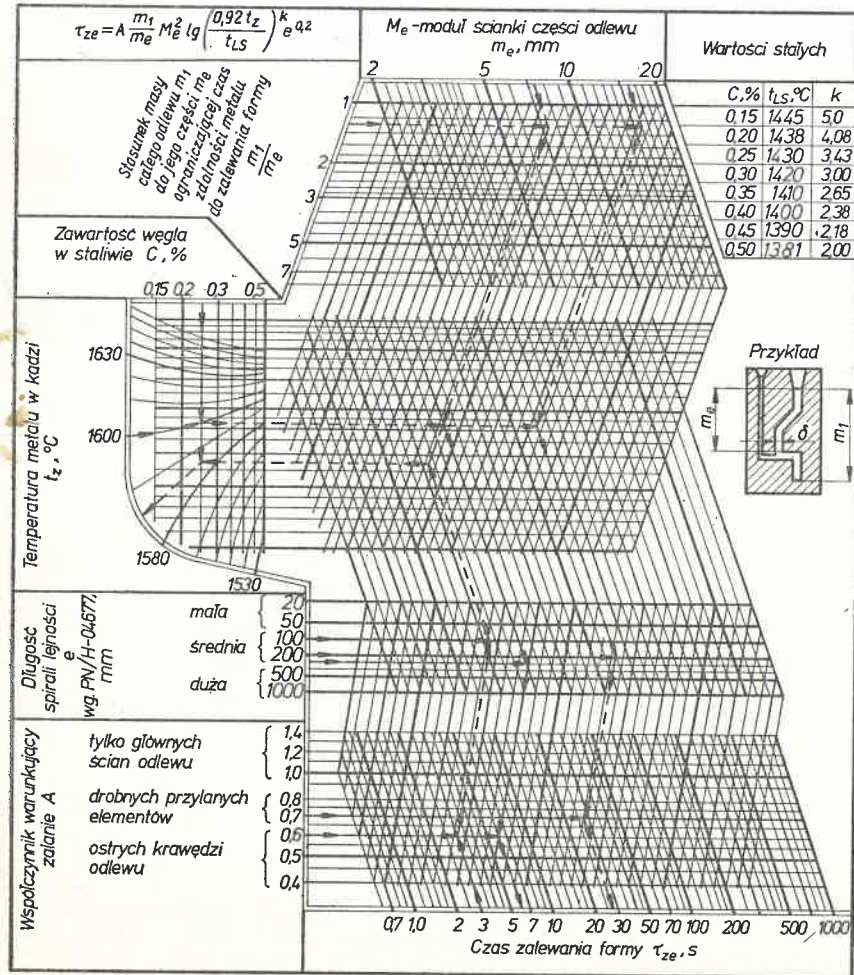
Rodzaj stali	Zawartość węgla w stali, %							
	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
t _{ls} , °C	1445	1438	1430	1420	1410	1400	1390	1381
k	5,00	4,08	3,43	3,00	2,65	2,38	2,18	2,00

Obliczenie czasu wg wzoru (VII.39) ułatwia nomogram podany na rys. VII.27.

Przykład. Ustalić optymalny czas zalewania odlewu ze staliwa L600 pokazanego na rys. VII.5, o masie całkowitej $m_1 = 22,5$ kg, średnim module krzepnięcia $M = 0,015$ m, zalewanego z boku. Czas zalewania wg Sobolewa wynosi $\tau_z = 15$ s.

Przy zalewaniu piaskiej podstawy istnieje obawa napromieniowania górnej powierzchni, a wynikający stąd dopuszczalny czas wynosi $\tau_{ze} = 10$ s, otrzymany przy następujących danych: $m_e = 12,5$ kg, $t_z = 1540^\circ\text{C}$, $B = 600\ 000^\circ\text{C}^4 \cdot \text{s}$ dla masy syntetycznej wilgotnej. Wobec braku cienkich ścianek nie zachodzi obawa utraty lejności metalu, może natomiast następować utlenianie metalu. Dopuszczalny czas ze względu na utlenianie wynosi $\tau_{ze} = 24$ s, otrzymany przy następujących danych:

$$V_p \text{ min} = 1,2 \text{ cm/s}, C = 26 \text{ cm}$$



Rys. VII.27. Nomogram do obliczania czasów zalewania form staliwem ze względu na unikanie dylatacji sklepienia form oraz utleniania powierzchni metalu [3]

Optymalnym czasem zalewania jest więc dopuszczalny czas ze względu na napromieniowanie sklepienia formy $\tau_{ze} = 10$ s; stanowi on wartość wyjściową obliczeń układu wlewowego.

d. Ciśnienie statyczne metalu w formie

Ciekły metal wpływa do wnęki formy pod wpływem wywieranego ciśnienia, na które składa się:

— ciśnienie dynamiczne strugi metalu, wynikające z jej prędkości przy wejściu do zbiornika wlewowego; jego udział jest znaczący głównie przy zalewaniu kadzią zatyczkową;

— ciśnienie statyczne metalu w formie (zmienne w czasie zalewania) wynikające z różnicy poziomów metalu w zbiorniku wlewowym i w formie. Do obliczeń układu wlewowego ustalamy średnią wartość tego ciśnienia z przybliżonego wzoru

$$H_{fs} = W - \frac{P^2}{2C} \text{ cm s.f. metalu} \quad (\text{VII.41})$$

gdzie: W — wysokość formy ze zbiornikiem wlewowym ponad najniższym wlewem doprowadzającym w cm, P — wysokość najwyższego punktu wnęki formy ponad poziomem najniższego wlewu doprowadzającego w cm, C — całkowita wysokość odlewu w położeniu zalewania w cm.

Obliczenia wartości H_{fs} ze wzoru (VII.41) w przypadkach szczególnych upraszcza się do wzorów podanych w tabl. VII-30.

e. Opory przepływu metalu przez układ wlewowy i formę

Lepkość metalu oraz tarcie o ściany formy i układu wlewowego powodują opory przepływu zmniejszające prędkość strumienia metalu. Dalsze straty prędkości wynikają z gwałtownych zmian kierunku i przekroju strugi metalu, co występuje szczególnie w skomplikowanych układach wlewowych.

Tablica VII-30 Wzory do obliczania H_f w zależności od sposobu zalewania formy [17]

	Sposób zalewania formy			
	ogólny	od góry	w środku	od dołu
$H_f = W - \frac{P^2}{2C}$	$H_f = W$	$H_f = W - \frac{C}{8}$	$H_f = W - \frac{C}{2}$	

Ogólnie straty te określa się jednym współczynnikiem sprawności przepływu μ_f , wyznaczonym doświadczalnie ze wzoru

$$\mu_f = \frac{22,6}{\rho_1} \frac{m_2}{F_{wg} \tau_z \sqrt{H_{fs}}} \quad (\text{VII.42})$$

gdzie: m_2 — masa pojedynczego odlewu wraz z układem wlewowym i nadlewami w kg, ρ_1 — gęstość metalu w stanie ciekłym (tabl. VII-2) w g/cm³, F_{wg} — najmniejszy przekrój wlewu głównego w cm², τ_z — czas zalewania formy w s, H_{fs} — średnia wysokość stupa metalu w formie obliczana ze wzoru (VII.41) w cm.

Średnie wartości współczynnika sprawności przepływu μ_f , podane w tabl. VII-31, służą do pierwotnego zaprojektowania układu wlewowego. Po wykonaniu pierwszych form i odlewów próbnych można ustalić rzeczywiste

Tablica VII-31. Średnie wartości współczynnika sprawności przepływu układów wlewowych μ_f do żeliwa i staliwa w zależności od rodzaju oraz skomplikowania formy i układu wlewowego [17]

	Stop	Rodzaj formy	Wartość μ_f przy oporze formy		
			dużym	średnim	małym
Dobór wstępnej wartości μ_f	żeliwo	piaskowa wilgotna	0,35	0,42	0,50
		piaskowa sucha	0,41	0,48	0,60
	staliwo	piaskowa wilgotna	0,25	0,32	0,42
		piaskowa sucha	0,30	0,38	0,50
Ustalenie poprawek do wstępnej wartości μ_f	Czynniki wpływające na opór formy		Poprawka do wartości μ_f		
	podwyższona temperatura zalewania		do +0,05		
	obecność odkrytych przelewów i nadlewów w zależności od sumy ich przekrojów w stosunku do sumy przekrojów wlewów doprowadzających		od +0,05 do +0,30		
	znaczne powiększenie przekrojów układu wlewowego w stosunku do przekrojów wlewów doprowadzających tak aby $\frac{F_{wg}}{F_{wd}} > 2$ oraz $\frac{F_{wr}}{F_{wd}} > 1,5$		od +0,05 do +0,20		
	znacznie rozgałęziony układ wlewowy z większą liczbą wlewów doprowadzających		od -0,05 do -0,10		
	mała przepuszczalność formy przy równoczesnym braku odpowiednich odkrytych nadlewów lub przelewów		-0,05		
	tendencja form do wydzielania znacznej ilości gazów ze spoiw syntetycznych		-0,05		

wartości współczynnika μ_f ze wzoru (VII.42), mierząc rzeczywisty czas zalewania τ_z kilku odlewów. Jeżeli otrzymana wartość różni się w sposób znaczący od wstępnie przyjętej, wówczas należy ponownie przeliczyć układ wlewowy.

f. Układy wlewowe do zalewania technicznych stopów żelaza i metali nieżelaznych

1) Charakterystyka ogólna układów wlewowych

Układem wlewowym nazywamy zespół kanałów umożliwiających:

— spokojne, równomierne i ciągłe doprowadzanie ciekłego metalu, do formy w wymaganą prędkością,

— zatrzymanie płynących z metalem zanieczyszczeń,

— uzyskanie odpowiedniego rozkładu temperatur w odlewie i formie dla prawidłowego krzepnięcia i stygnięcia odlewu.

W skład układu wlewowego mogą wchodzić różne elementy, które zestawiono w tabl. VII-32. Elementy układu wlewowego łączy się ze sobą w różne kombinacje, w zależności od rodzaju odlewanej metalu, sposobu zalewa-

Tablica VII-32. Oznaczenia i przeznaczenie różnych elementów układu wlewowego [17]

Nazwa i symbol elementu	Przeznaczenie i uwagi
Zbiornik wlewowy lejkowy (lejek wlewowy) lw	szybkie wprowadzenie metalu do układu wlewowego lub formy
Zbiornik klinowy zk	szybkie wprowadzenie metalu do układu wlewowego lub formy
Zbiornik wlewowy czasowy zw	spokojne wprowadzenie metalu do układu, zatrzymanie zanieczyszczeń i żużła, rezerwa metalu na nierównomierność zalewania
Wlew główny wg	wprowadzenie metalu w głąb formy
Wlew rozprowadzający wr	rozprowadzenie metalu w głąb formy, zatrzymanie zanieczyszczeń i żużła
Wlew rozprowadzający z garbkami wż	
Odżuźlacz wirujący odW	zatrzymanie zanieczyszczeń i żużła
Odżuźlacz od	
Filtr fi	wprowadzenie metalu do wnęki formy
Wlew doprowadzający wd	
Przelew (wychód) pl	odprowadzenie gazów z wnęki formy, zasygnalizowanie zapełnienia formy, wyprowadzenie z formy zimnej czołówki metalu z zanieczyszczeniami, zmniejszenie siły uderzenia metalu w górną połówkę formy

nia formy i miejsca doprowadzenia metalu, w wyniku czego uzyskuje się różne typy układów wlewowych.

Formy do odlewów z żeliwa szarego, ciągliwego, sferoidalnego, stopów miedzi, aluminium, magnezu oraz staliwa do 300 kg zalewa się z kadzi przechylnych. Przy takim sposobie zalewania istnieje niebezpieczeństwo spływania żużla (znajdującego się w kadzi) do formy. W celu zapobieżenia przedostawaniu się zanieczyszczeń do odlewu należy w układzie wlewowym stworzyć warunki do ich zatrzymania. Zanieczyszczenia płynące z metalem można zatrzymać takimi elementami układu wlewowego, jak: zbiornik wlewowy czasowy, belka odżużlająca (wlew rozprowadzający), filtr, odżużlacz zwykły i odśrodkowy. Liczba i rodzaj elementów zatrzymujących zanieczyszczenia zależą od rodzaju stopu, stopnia odpowiedzialności odlewu oraz sposobu i miejsca doprowadzenia metalu do wnęki formy.

Formy do odlewów stalowych zalewa się z kadzi zatyczkowych, co zapobiega przedostaniu się żużla do formy i umożliwia zastosowanie prostszej konstrukcji układów wlewowych.

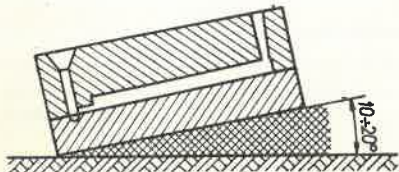
Ciekły metal płynąc w formie nagrzewa ją nierównomiernie, najsilniej w pobliżu miejsca doprowadzenia metalu. Wskutek tego temperatura ciekłego metalu w formie jest różna i można przyjąć, że jest ona najniższa w elementach najbardziej oddalonych od miejsca doprowadzenia metalu. Uwzględniając zróżnicowany rozkład temperatur w odlewie i formie oraz sposób krzepnięcia odlewu (kierunkowy lub równoczesny), należy:

— odlewy niemasywne o zróżnicowanych grubościach ścianek, wykazujące skłonność do pęknięć pod wpływem naprężeń cieplnych, o małym skurczu objętościowym (żeliwo o wysokiej wartości równoważnika węgla C_E), zalewać równomiernie przez cienkościenne elementy odlewu dla uzyskania krzepnięcia równoczesnego;

— odlewy o dużym skurczu objętościowym (staliwo, żeliwo ciągliwe, sferoidalne, masywne odlewy z żeliwa szarego oraz o małej wartości równoważnika węgla C_E) zalewać przez części grubościenne odlewu lub w nadlewy boczne dla ułatwienia krzepnięcia kierunkowego; powstałe naprężenia cieplne w tych odlewach usuwa się za pomocą wyżarzania odprężającego.

Ciekły metal należy doprowadzić do wnęki formy unikając kierowania strugi metalu w cienkościenne występy formy lub rdzenie, aby nie dopuścić do ich mechanicznego lub cieplnego zniszczenia. Nie należy doprowadzać metalu w lokalne zgrubienia odlewu (połączenia ścian, zgrubienia pod śruby itp.), aby niepotrzebnie nie powiększać węzłów cieplnych istniejących w tych miejscach oraz nie należy również doprowadzać metalu w pobliżu ochładzalników, aby nie zmniejszać skuteczności ich działania.

Na najwyższych położonych powierzchniach odlewu oraz w miejscach, w których może gromadzić się wypierane powietrze (dotyczy to odlewów bez nadlewów otwartych) umieszcza się przelewy. W przypadku odlewów płaskich przelewy ustawia się w miejscu najbardziej oddalonym od układu wlewowego. Przy dużych płaskich powierzchniach zaleca się pochylać formę pod kątem $10 \div 20^\circ$ względem poziomu (rys. VII,28) zapobiegając w ten sposób silnemu napromieniowaniu górnej powierzchni formy i zwiększonemu utlenianiu metalu.



Rys. VII,28. Pochylenie formy do zalewania

2) Układy wlewowe do odlewów z żeliwa szarego

Żeliwo szare charakteryzuje się dobrą leśnością i małym skurczem objętościowym ($0,5 \div 2\%$) oraz skłonnością do pęknięć.

Odlewy niemasywne z żeliwa szarego o dużej wartości C_E , w których skurcz objętościowy jest kompensowany wydzielaniem się grafitu płatkowego, należy zalewać w elementy cienkościenne dla uzyskania i utrzymania krzepnięcia jednoczesnego.

Odlewy masywne z żeliwa szarego i o małej wartości C_E , w których skurcz objętościowy jest kompensowany w mniejszym stopniu, powinny mieć nadlewy, przy czym należy je zalewać w elementy grubościenne lub w nadlewy zakryte boczne, dla uzyskania krzepnięcia kierunkowego.

Liczbę wlewów doprowadzających i ich rozmieszczenie należy ustalić indywidualnie dla każdego odlewu w zależności od jego wielkości, kształtu i grubości ścianki. Doboru liczby wlewów doprowadzających można dokonać na podstawie tabl. VII-33.

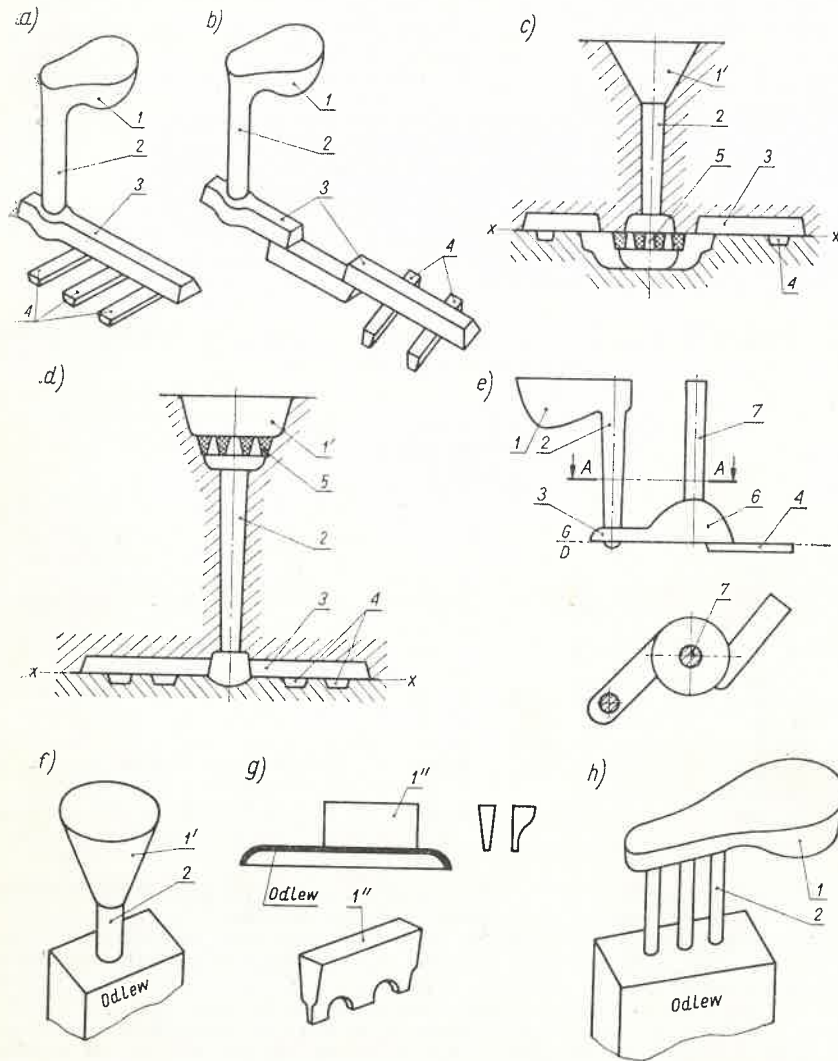
Tablica VII-33. Wymiary i liczba wlewów doprowadzających do odlewów z żeliwa szarego (według Fundatora) [10]

Masa odlewu kg	Przekrój jednego wlewu doprowadzającego cm^2	Długość wlewu doprowadzającego mm	Liczba wlewów doprowadzających przy grubości ścianek w mm				
			3-5	5-8	8-10	10-15	15-20
0-0,5	0,3-0,4	10-15	1	1	1	1	1
0,5-1	0,4-0,5	15-20	1	1	1	1	1
1-3	0,5-0,7	20-25	1	1	1	1	1
3-5	0,6-0,8	25-30	2	2	1	1	1
5-10	0,6-0,8	25-30	3	3	2-3	2-3	2-3
10-15	0,6-0,8	25-30	—	3	2	2	2
15-22	0,6-0,8	25-30	—	4	4	3	3
23-30	0,8-1	30-35	—	4	4	3	3
30-40	0,8-1	30-35	—	5	4	3	3
40-60	1-1,5	30-35	—	4-5	4	3-4	3
60-80	1-1,5	30-35	—	5-6	5	4-5	3
80-100	1-1,5	40-45	—	6-7	6	4-5	4

Budowę typowych układów wlewowych stosowanych przy wykonywaniu odlewów z żeliwa szarego przedstawiono na rys. VII,29.

Odlewy o średnich wysokościach w pozycji zalewania najczęściej zalewa się układami zwykłymi (rys. VII,29a) lub hamująco-odżużlającymi (rys. VII,29b). Można również stosować przy formach niskich — układ z filtrem (rys. VII,29c). W przypadku pozostałych form należy natomiast filtr umieszczać w zbiorniku wlewowym lejkowym ze względu na niebezpieczeństwo zniszczenia filtra (rys. VII,29d). Układ wlewowy wg rys. VII,29a nie zawsze zapewnia dostateczne zatrzymanie zanieczyszczeń. Lepsze rezultaty zapewniają układy wg rys. VII,29b, c, d, a najlepsze — układy z odżużlaczem odśrodkowym (rys. VII,29e).

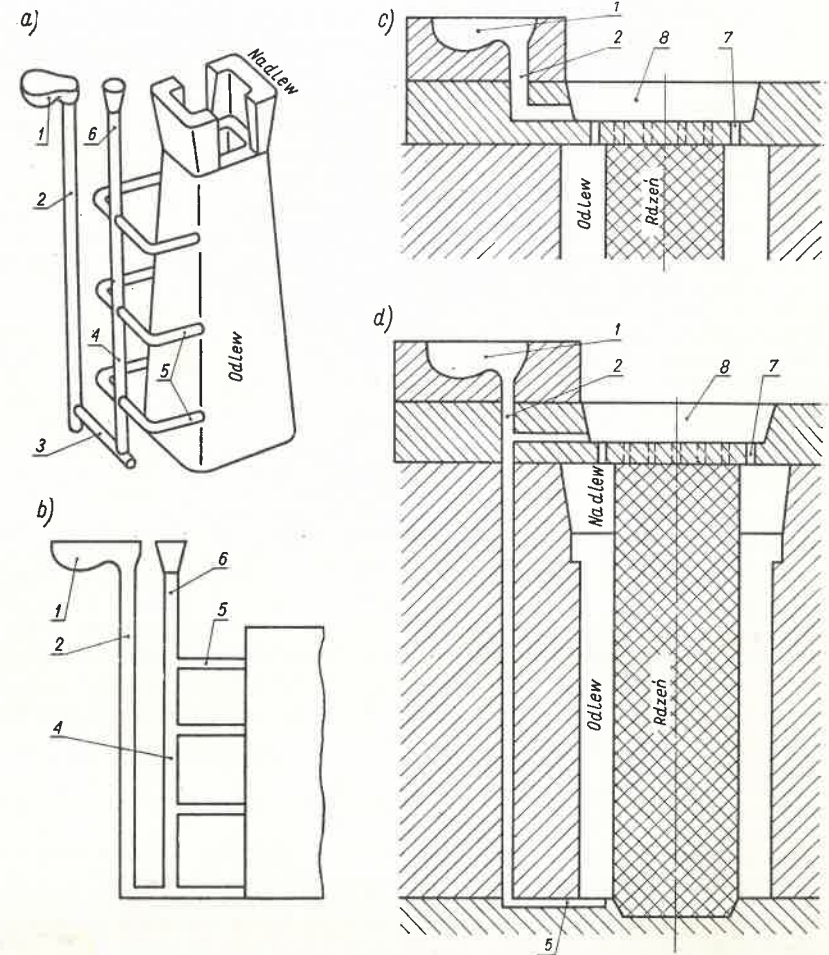
Do zalewania od góry odlewów mało odpowiedzialnych i niskich można stosować układ wlewowy lejkowy (rys. VII,29f) i klinowy (rys. VII,29g), a do zalewania odlewów o przeciwnych wymaganiach — układ wlewowy lejkowy po umieszczeniu w nim filtra lub układ z kilkoma wlewami głównymi (rys. VII,29h). Układ klinowy wg rys. VII,29g jest często wykorzystywany



Rys. VII.29. Układy wlewowe do odlewów niskich i średnich z żeliwa szarego: a) zwykły, b) hamująco-odciążający, c), d) z filtrem, e) z odciążaczem, f) lejkowy, g) klinowy, h) z kilkoma wlewami głównymi; 1 — zbiornik wlewowy czaszowy, 1' — zbiornik wlewowy lejkowy, 1'' — zbiornik wlewowy klinowy, 2 — wlew główny, 3 — wlew rozprowadzający, 4 — wlew doprowadzający, 5 — filtr, 6 — odciążacz odśrodkowy, 7 — przelew

do zalewania odlewów cienkościennych i niewysokich (wannы, misy). Stosowanie filtrów jest wskazane do odlewów nie przekraczających 100 kg, przy większych odlewach może nastąpić uszkodzenie filtrów.

Przy zalewaniu odlewów wysokich stosuje się układy wlewowe stopniowe (kaskadowe) i syfonowo-stopniowe doprowadzające metal na kilku poziomach (rys. VII,30a, b). Może być również stosowany układ wlewowy deszczowy (rys. VII,30c) lub syfonowo-deszczowy (rys. VII,30d). Układ syfonowy zapewnia spokojne wypełnienie formy, a deszczowy zmniejsza możliwość powstawania warstwy tlenków i zanieczyszczeń na powierzchni metalu.



Rys. VII.30. Układy wlewowe do odlewów wysokich z żeliwa szarego: a) stopniowy (kaskadowy), b) syfonowo-stopniowy, c) deszczowy, d) syfonowo-deszczowy; 1 — zbiornik wlewowy czaszowy, 2 — wlew główny, 3 — wlew poziomy, 4 — wlew rozprowadzający pionowy, 5 — wlewy doprowadzające, 6 — przelew odciążający, 7 — wlew deszczowy, 8 — zbiornik

Odlewy cienkościennie z żeliwa szarego wymagają szybkiego zalewania i doprowadzenia metalu do różnych miejsc odlewu równocześnie z wielu stron, odlewy o grubszych ściankach można zalewać wolniej.

Wlewy rozprowadzające mogą być kształtowane na powierzchni podziału prostoliniowo lub zgodnie z krzywizną odlewu.

Układy wlewowe o skomplikowanych kształtach wykonuje się w rdzeniach lub kształtkach ceramicznych.

Do odlewów z żeliwa szarego, z wyjątkiem odlewów drobnych, należy stosować przelewy.

3) Układy wlewowe do odlewów z żeliwa ciągliwego

Żeliwo ciągliwe w porównaniu z żelazem szarym ma mniejszą lejność i co najmniej trzykrotnie większy objętościowy skurcz zasilania ($5\div 6\%$), powodujący niebezpieczeństwo powstawania w odlewach jam skurczowych. Charakteryzuje się również skłonnością do występowania pęknięć powodowanych naprężeniami cieplnymi.

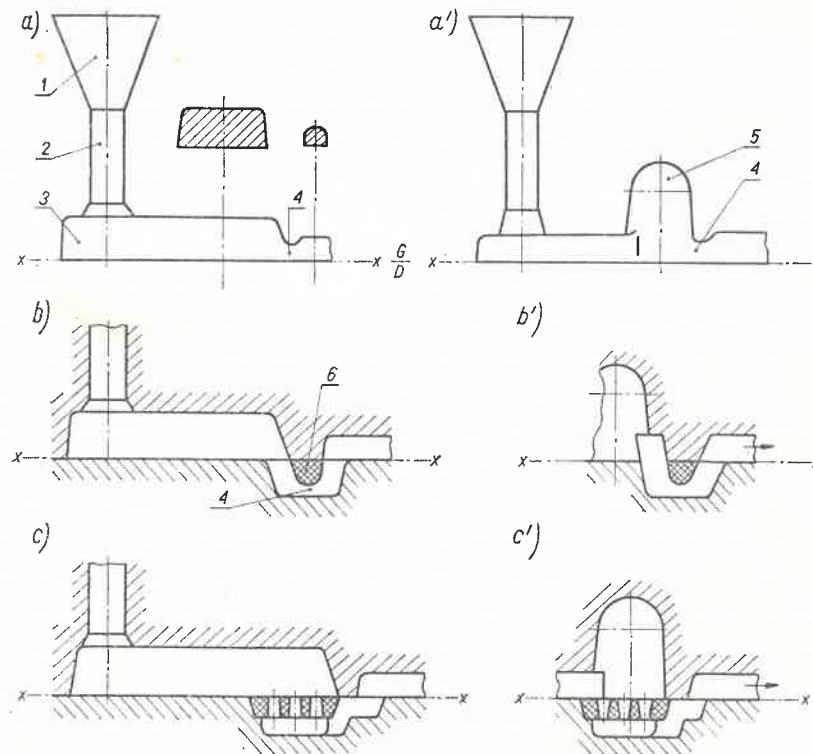
Układy wlewowe do odlewów z żeliwa ciągliwego doprowadza się do bocznych nadlewów krytych dla uzyskania krzepnięcia kierunkowego. Przekroje wlewów doprowadzających muszą być duże, a układ jak najkrótszy w celu szybkiego wypełnienia formy. Masa łączna metalu w formie (odlew, nadlew, układ wlewowy) rzadko przekracza 50 kg i dlatego formy do odlewów z żeliwa ciągliwego są wykonywane przeważnie na maszynach wstrząsowo-prasujących, a doprowadzenie metalu odbywa się na powierzchni podziału formy. Układy wlewowe do odlewów z żeliwa ciągliwego przedstawiono na rys. VII,31. Układ wlewowy z dławikiem wg rys. VII,31a stosuje się do drobnych i cienkościennych odlewów wymagających dużej prędkości zalewania, a układ wlewowy z dławikiem wg rys. VII,31b — do odlewów o średnich i grubych ściankach o łącznej masie metalu zalewanego do formy do 30 kg. Dławik w układzie wlewowym do odlewów o dużej grubości ścianek wykonuje się z masy rdzeniowej, a w układzie do innych odlewów otwarza z masy formierskiej. Układ wlewowy z filtrem stosuje się dla odpowiedzialnych odlewów o łącznej masie do 50 kg (rys. VII,31c), a z filtrem umieszczonym pod wlewem głównym stosuje się do odlewów o łącznej masie zalewanego metalu do 30 kg zalewanych ze średnią prędkością oraz do odlewów o łącznej masie $30\div 50$ kg zalewanych z małą prędkością. Układy wlewowe z filtrem umieszczonym na dnie zbiornika wlewowego lejkowego stosuje się do odlewów o łącznej masie wlewanego metalu do 12 kg, zalewanych z małą prędkością. Układy wlewowe wg rys. VII,31a', b', c', z zastosowaniem odżuźlacza zwykłego lub odśrodkowego, umieszczonego na drodze belki rozprowadzającej, lepiej zatrzymują zanieczyszczenia ciekłego metalu.

4) Układy wlewowe do odlewów z żeliwa sferoidalnego

Żeliwo sferoidalne charakteryzuje się dobrą lejnością i dużym skurczem objętościowym zasilania ($5\div 8\%$).

Układy wlewowe do odlewów z żeliwa sferoidalnego doprowadza się w grube części odlewu pod nadlewami odkrytymi, w nadlewy kryte boczne lub odkryte dla uzyskania kierunkowego krzepnięcia. Zaleca się stosowanie małych prędkości zalewania.

Typy układów wlewowych pokazano na rys. VII,32. Układ wlewowy zwykły lub z filtrem (rys. VII,31a, b) zaleca się stosować do odlewów małych i średnich, o niedużej wysokości w pozycji zalewania. Układ ze zbiornikiem wlewowym lejkowym należy zaopatrzyć w filtr, który może być umieszczony podobnie jak przy układach wlewowych z żeliwa ciągliwego. Przy odlewach szczególnie odpowiedzialnych zaleca się stosowanie układu z filtrem umieszczonym pod wlewem głównym, pod belką rozprowadzającą lub pod odżuźlaczem (rys. VII,31c), z dużym zbiornikiem wlewowym stożkowym lub ostrosłupowym (spełniającym również rolę rezerwy ciekłego metalu).



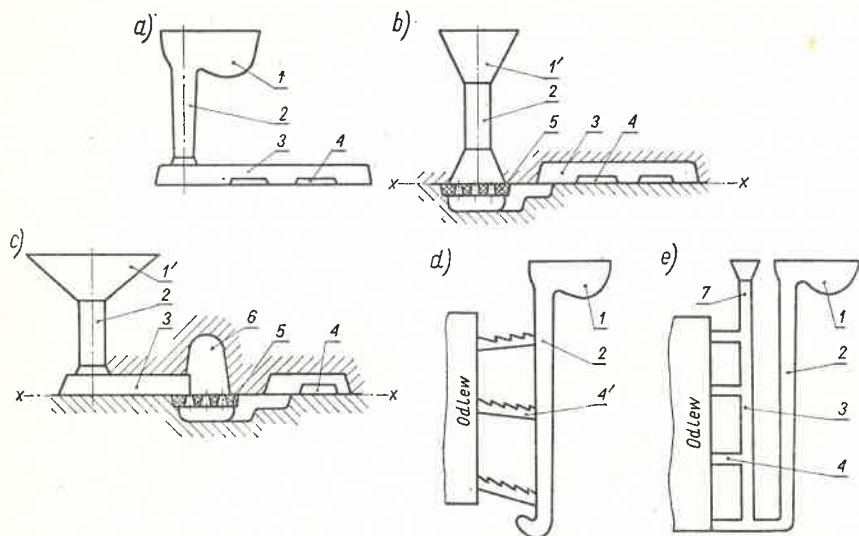
Rys. VII,31. Układy wlewowe do odlewów z żeliwa ciągliwego [20]: a, b) z dławikiem, c) z filtrem, a', b', c') jak poprzednio uzupełnione odżuźlaczem; 1 — zbiornik wlewowy, lejkowy, 2 — wlew główny, 3 — wlew rozprowadzający, 4 — dławik, 5 — odżuźlacz, 6 — rdzeń

Odlewy masywne o kształtach nieskomplikowanych i niewysokie można zalewać od góry doprowadzając ciekły metal do nadlewu układem składającym się ze zbiornika wlewowego czasowego z kilkoma wlewami głównymi (rys. VII,29h).

Odlewy wysokie zalewa się układami wlewowymi stopniowymi (wg rys. VII,32d) lub syfonowo-stopniowymi (rys. VII,32e), doprowadzając układ do grubych części odlewu znajdujących się pod nadlewami odkrytymi lub do nadlewów krytych.

5) Układy wlewowe do odlewów stalowych

Staliwo ma małą lejność i duży objętościowy skurcz zasilania ($5\div 7\%$). Przy wykonawstwie odlewów cienkościennych ze staliwa należy metal doprowadzić do cienkich ścianek dużą ilością wlewów doprowadzających w celu uzyskania krzepnięcia jednoczesnego. W pozostałych odlewach ciekły metal doprowadza się do grubych części odlewu znajdujących się pod nadlewami odkrytymi lub do nadlewów krytych bocznych w celu zwiększenia skuteczności ich działania i uzyskania krzepnięcia kierunkowego. Odlewy z zaprojektowanymi nadlewami krytymi powinny mieć przelewy nad wszystkimi najwyższymi położonymi częściami odlewu.



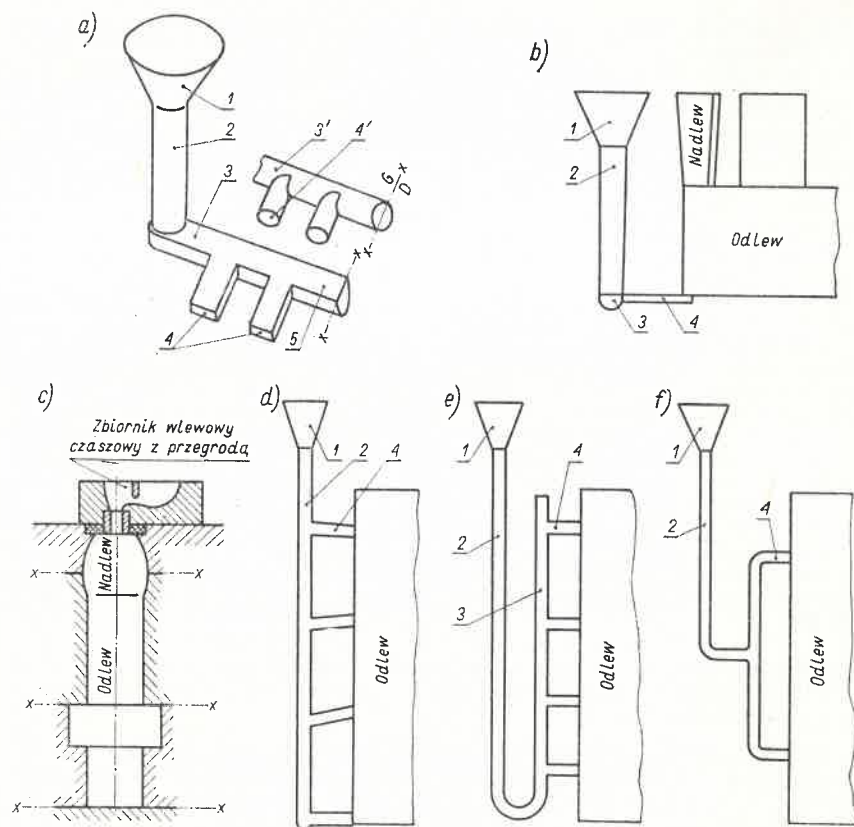
Rys. VII.32. Układy wlewowe do odlewów z żeliwa sferoidalnego: a) zwykły, b) z filtrem, c) z odzūżlaczem i filtrem, d) stopniowy, e) syfonowo-stopniowy; 1 — zbiornik wlewowy czasowy, 1' — zbiornik wlewowy lejkowy, 2 — wlew główny, 3 — wlew rozprzodkujący, 4 — wlew doprowadzający, 5 — filtr, 6 — odzūżlacz odśrodkowy, 7 — przelew odzūżlający

Formy zalewane kadziami przechylnymi mogą mieć układy wlewowe pokazane na rys. VII.29a i VII.30a, lecz ze zbiornikiem wlewowym lejkowym, oraz na rys. VII.29f.

Układy wlewowe do zalewania odlewów staliwnych przy powszechnie stosowanych sposobach zalewania form, tj. kadziami zatyczkowymi, są znacznie prostsze w budowie niż układy wlewowe przy zalewaniu kadziami przechylnymi.

Wysoka temperatura zalewania staliwa, jego erozyjne działanie na formę wymaga zapewnienia spokojnego przepływu ciekłego metalu, a więc stosowania — przy zmianie kierunku przepływu metalu — kanałów zmieniających kierunek po łukach. Z tego samego względu należałoby doprowadzić metal większą liczbą wlewów doprowadzających o niezbyt dużych przekrojach, jednak mała lejność staliwa ogranicza ich minimalizację. Praktycznie przyjmuje się, że przy odlewach o masie ok. 50 kg, liczba wlewów doprowadzających powinna być mniejsza niż 5, przy odlewach o masie 100 kg — mniejsza od 10, a odlewach o masie 300÷500 kg — mniejsza niż 20. W układach wlewowych poziomych liczba wlewów doprowadzających nie powinna być mniejsza od liczby nadlewów.

Odlewy małe i średnie zalewa się przeważnie z boku lub od dołu, wysokie natomiast — układem wlewowym stopniowym lub szczelinowym. Budowę układów wlewowych do odlewów staliwnych pokazano na rys. VII.33. Układ wlewowy z doprowadzeniem metalu na powierzchni podziału formy, wg rys. VII.33a, jest najczęściej stosowany do odlewów, których wysokość ponad wlewem doprowadzającym jest mniejsza niż 300 mm. Przy tym sposobie zalewania należy szczególną uwagę zwrócić na to, aby metal nie uderzał w rdzeń lub ścianę formy.



Rys. VII.33. Układy wlewowe do odlewów staliwnych: a, b) z doprowadzeniem metalu na powierzchni podziału, c) z doprowadzeniem od góry [22], d) syfonowo-stopniowy, e, f) stopniowy; 1 — zbiornik wlewowy lejkowy, 2 — wlew główny, 3 — wlew rozprzodkujący półokrągły, 3' — okrągły, 4 — wlew doprowadzający, 5 — odzūżlacz

Do zalewania form wilgotnych często stosuje się układ z doprowadzeniem metalu na powierzchni podziału formy od dołu, wg rys. VII.33b. Układ ten zapewnia spokojne zapełnianie wnętrza formy, zapobiegając mechanicznemu jej uszkodzeniu oraz umożliwia łatwe odprowadzenie powietrza i gazów z wnętrza formy. Zalecany jest do odlewów o skomplikowanych kształtach, do wysokości 300 mm.

Układ wlewowy z doprowadzeniem metalu od góry (rys. VII.33c) może być stosowany w formach wilgotnych tylko do odlewów masywnych niskich o grubości ścianek powyżej 50 mm. Do zalewania odlewów wyższych formy muszą być suszone, a spód wyłożony szamotową masą lub ceglami. Większość odlewów masywnych należy zalewać syfonowo doprowadzając ciekły metal pod nadlew.

W odlewach wysokich zaleca się stosowanie układu wlewowego syfonowo-stopniowego (rys. VII.33d) lub stopniowego (rys. VII.33e, f). Układy takie zapewniają wyrównanie temperatury poszczególnych części odlewu i zmniejszają

zenie naprężeń cieplnych. Układy wlewowe do dużych odpowiedzialnych odlewów zaopatruje się w odźwiżnice odśrodkowe, wymagające odpowietrzenia i są wykonywane ze znormalizowanych kształtek ceramicznych.

6) Układy wlewowe do stopów miedzi

Mosiądze, brązy cynowe i krzemowe charakteryzują się dobrą leñością oraz skłonnością do tworzenia jam skurczowych i porowatości. Odlewy cienkościennie zalewa się w cienkie ścianki w kilku miejscach dla uzyskania krzepnięcia jednoczesnego, pozostałe odlewy zalewa się w grube elementy odlewu znajdujące się pod nadlewami lub w nadlewy boczne kryte. W grubych przekrojach odlewów z brązów zapobiega się niebezpieczeństwu wystąpienia segregacji przez stosowanie ochładzalników zewnętrznych.

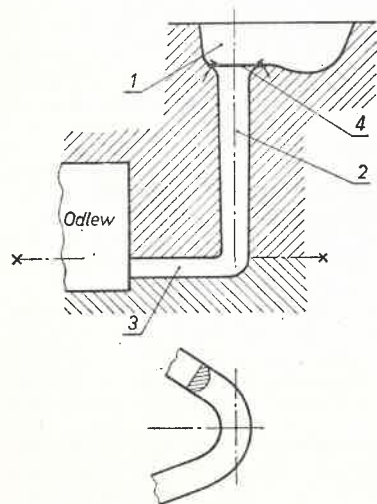
Przy odlewaniu mosiądźców ze względu na obecność tlenków na powierzchni metalu należy spokojnie doprowadzić metal bez zawirowań i rozprysków. Dlatego przy odlewaniu mosiądźców stosuje się przeważnie dolne doprowadzenie metalu układem wlewowym z elementami zatrzymującymi żużel (zbiornik wlewowy czaszowy, odźwiżnica odśrodkowa i filtr z blachy lub masy rdzeniowej). Przykładowy układ wlewowy ze zbiornikiem wlewowym czaszowym, w którym występuje łagodne przejście z wlewu głównego do wlewu doprowadzającego pokazano na rys. VII.34. Korzystniejsze jest stosowanie wlewu głównego zbieżnego ze studzienką znajdującą się pod nim.

Brązy cynowe i krzemowe zalewa się układami zawierającymi elementy zatrzymujące żużel, układy mogą być podobne do układów z żeliwa szarego. Liczbę wlewów doprowadzających można przyjąć na podstawie tabl. VII-34.

Niskie i średniej wysokości odlewy można zalewać układem wg rys. VII.29a, a odlewy wysokie układem stopniowym (rys. VII.30a), i deszczowym (rys. VII.30c).

7) Obliczanie i dobór przekrojów układów wlewowych zalewanych przez dziób kadzi (z wyłączeniem stopów metali nieżelaznych, o tlenkach trudno oddzielanych)

Obliczanie układów wlewowych, z wyłączeniem układów do stopów metali nieżelaznych, o tlenkach trudno oddzielanych (stopy aluminium i magnezu),



Rys. VII.34. Przykładowy układ wlewowy do odlewów z mosiądzu; 1 — zbiornik wlewowy czaszowy, 2 — wlew główny, 3 — wlew doprowadzający, 4 — blaszka perforowana

Tablica VII-34. Wymiary i liczba wlewów doprowadzających do odlewów z brązu (według Fundatora) [10]

Masa odlewu kg	Przekrój jednego wlewu doprowadzającego cm ²	Długość wlewu doprowadzającego mm	Liczba wlewów doprowadzających przy grubości ścianek w mm				
			3-5	5-8	8-10	10-15	15-20
0-0,6	0,3-0,4	10-15	1	1	1	1	1
0,6-1,1	0,4-0,5	15-20	1	1	1	1	1
1,1-3,4	0,5-0,7	20-25	1	1	1	1	1
3,4-6	0,6-0,8	25-30	2	2	1	1	1
6-11	0,6-0,8	25-30	3	3	2-3	2-3	2-3
11-17	0,6-0,8	25-30	—	3	2	2	2
17-26	0,6-0,8	25-30	—	4	4	3	3
26-34	0,8-1	30-35	—	4	4	3	3
34-40	0,8-1	30-35	—	5	4	3	3
40-70	1-1,5	30-35	—	4-5	4	3-4	3
70-90	1-1,5	30-35	—	5-6	5	4-5	3

przeprowadza się dla najmniejszej wartości powierzchni przekrojów, tj. dla wlewów doprowadzających, równocześnie pracujących (zapełniających wnękę formy). Sumę przekrojów wlewów doprowadzających równocześnie pracujących dla każdego poziomu zalewania oblicza się wg wzoru

$$F_{wd} = \frac{22,6 m}{\rho_1 \tau_z \sqrt{H_{fs}} \mu_f} \text{ cm}^2 \quad (\text{VII.43})$$

gdzie: m — masa pojedynczego odlewu wraz z nadlewami i przelewami (masa znajdująca się za wlewem doprowadzającym) w kg, τ_z — czas zalewania formy w s, H_{fs} — średnia wysokość słupa metalu obliczona wg wzoru (VII.41) w cm, μ_f — współczynnik sprawności przepływu w układzie wlewowym zależny od oporu formy i układu wlewowego (wg tabl. VII-31), ρ_1 — gęstość zalewanego metalu w stanie ciekłym w g/cm³.

W przypadku zastosowania wlewów doprowadzających na kilku poziomach, oblicza się sumę przekrojów dla najniższego poziomu, podstawiając masę całkowitą pojedynczego odlewu z nadlewami. Wlewy doprowadzające na poszczególnych wyższych poziomach mają ten sam przekrój (sumę przekrojów).

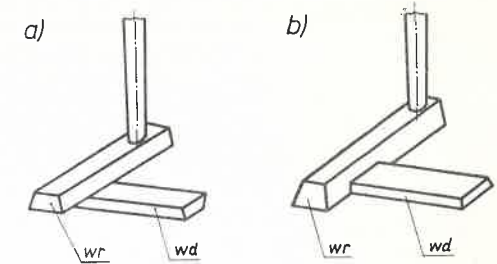
8) Wlewy doprowadzające

Kształty przekrojów wlewów doprowadzających powinny umożliwiać łatwe wykonanie ich modeli, zagęszczenie przy nich masy formierskiej, wyjęcie modeli z formy oraz łatwe oddzielenie układu wlewowego bez uszkodzenia odlewu. Grubość wlewu doprowadzającego powinna być mniejsza niż grubość ścianki odlewu w miejscu doprowadzenia metalu. Korzystne jest zaokrąglenie krawędzi połączenia wlewu doprowadzającego z odlewem, co zapobiega rozmywaniu przez metal ostrych krawędzi formy i wyrwaniu części ścianki odlewu podczas usuwania żeliwnego układu wlewowego.

Wlewami doprowadzającymi można doprowadzić metal do wnęki formy: z boku na jednym i na kilku poziomach, z góry i z dołu. Najczęściej są stosowane wlewy doprowadzające metal z boku na powierzchni podziału formy o przekrojach trapezowych, kolistych i trójkątnych. Wymiary przekrojów podano w tabl. VII-35.

Tablica VII-35. Wymiary w mm przekrojów trapezowych i kołowych wlewów doprowadzających [17]

F_{wd}													
	cm ²	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
0,20	10	6	2,5	7	5	3,5	5	3	5	4	2	7	5
0,25	12	8	2,5	8	5	4	6	4	5	4	3	7	5,6
0,28	14	8	2,5	8	6	4	7	4	5	4	3	8	6,0
0,32	14	8	3	10	6	4	7	4	6	5	3	8	6,4
0,36	14	10	3	10	6	4,5	7	5	6	5	3	9	6,8
0,40	16	10	3	11	7	4,5	8	5	6	5,5	3,5	9	7
0,45	16	10	3,5	11	7	5	8	5	7	5,5	3,5	10	7,5
0,50	18	10	3,5	12	8	5	9	5	7	6	4	10	8
0,56	18	10	4	12	8	5,5	9	5	8	6	4	11	8,5
0,63	20	12	4	14	9	5,5	10	6	8	7	4,5	11	9
0,70	20	12	4,5	14	9	6	10	6	9	7	4,5	12	9,5
0,80	22	14	4,5	16	10	6	11	7	9	8	5	12	10
0,90	22	14	5	16	10	7	11	7	10	9	5	13	10,5
1,0	24	16	5	18	11	7	12	8	10	9	5,5	14	11
1,1	24	16	5,5	18	12	7,5	12	8	11	9	6	15	12
1,25	28	18	5,5	20	12	8	14	9	11	10	6	16	12,5
1,4	28	18	6	21	14	8	14	9	12	10	6,5	17	13
1,6	34	20	6	22	14	9	17	10	12	11	7	18	14
1,8	36	20	6,5	24	16	9	18	10	13	12	7	19	15
2,0	36	22	7	24	16	10	18	11	14	12	8	20	16
2,25	38	22	7,5	26	18	10	19	11	15	13	8	21	17
2,5	38	24	8	28	18	11	19	12	16	14	9	22	18
2,8	40	26	8,5	30	20	11	20	13	17	15	9	23	19
3,2	42	28	9	32	20	12	22	14	18	16	10	24	20
3,6	46	30	9,5	34	21	13	23	15	19	17	10	26	21
4,0	48	32	10,0	36	22	14	24	16	20	18	11	28	22,5
4,5	52	34	10,5	38	22	15	26	17	21	19	11	30	24
5,1	56	36	11	40	24	16	28	18	22	20	12	32	25
5,6	60	38	11,5	42	24	17	30	19	23	21	12	34	26,5
6,3	64	40	12	44	26	18	32	20	24	22	13	36	28
7,1	68	42	13	46	28	19	34	21	26	23	14	38	30
8,0	72	44	14	48	32	20	36	22	28	24	16	40	32
9,0	76	46	15	52	34	21	38	23	30	26	17	42	34
10,0	80	48	16	56	36	22	40	24	32	28	18	44	36
11,2	82	50	17	60	38	23	42	25	34	30	19	46	38
12,5	88	52	18	64	40	24	44	26	36	32	20	48	40
14,0	92	56	19	68	42	25	46	28	38	34	21	51	42
16,0	100	60	20	72	44	28	50	30	40	36	22	55	45
18,0	106	64	21	76	45	30	53	32	42	38	23	59	48
20,0	112	68	22	80	47	32	56	34	44	40	24	63	50



Rys. VII.35. Usytuowanie wlewu doprowadzającego względem wlewu rozprowadzającego: a) poniżej poziomu wlewu rozprowadzającego WR, b) na poziomie WR [17]

Przy pionowym ułożeniu powierzchni podziału formy, usytuowanie wlewów doprowadzających może być dowolne, przy poziomym podziale formy dla układów wlewowych zwykłych korzystniejsze jest natomiast usytuowanie wlewu doprowadzającego względem wlewu rozprowadzającego wg rys. VII.35b. Zabezpiecza to formę przed przedostaniem się do niej zanieczyszczeń płynących przed czołem metalu. Górna pozioma powierzchnia wlewu rozprowadzającego musi być wyższa od górnej poziomej powierzchni wlewu doprowadzającego, co uzyskuje się przez stosowanie kilku wlewów doprowadzających lub jednego o znacznie mniejszej wysokości.

Przy zalewaniu wysokich odlewów z góry należy użyć wlewów deszczowych, które stosuje się w celu uniknięcia uderzenia znacznej ilości metalu w jedno miejsce formy. Przekroje wlewów deszczowych mają kształt szczeplin o szerokości nie większej niż 10 mm lub okrągły o średnicy dobranej wg tabl. VII-35, jednak nie większej niż 15 mm. Zastosowanie wlewów deszczowych wymaga użycia metalu o wyższej temperaturze zalewania niż przy innych wlewach ze względu na możliwość wystąpienia zimnych kropli.

Wlewy doprowadzające stopniowe (kaskadowe) należy tak usytuować, aby działały w odpowiedniej kolejności, a realizuje się to w układach pokazanych na rys. VII.32d przez różne kąty nachylenia, np.: najniższy 60°, środkowy 30°, górny nachylony w dół minus 10°. Korzystniejsze niż poprzednie jest doprowadzenie w sposób pokazany na rys. VII.32e.

9) Wlewy rozprowadzające i wlewy główne

Ze względu na opory przepływu metalu w układzie wlewowym oraz w celu uniknięcia zasysania żużla i zanieczyszczeń przez układ wlewowy, przy zalewaniu formy żeliwem szarym przekroje układu wlewowego powinny się zmniejszać w głąb formy (kolejne przekroje powinny zmniejszać się o 10÷20%). Dla innych stopów zmiany poszczególnych przekrojów w stosunku do wlewu doprowadzającego przedstawiają się zgodnie ze współczynnikami zamieszczonymi w tabl. VII-36.

Przekroje wlewów rozprowadzających i wlewów głównych wyznacza się mnożąc powierzchnię (sumę powierzchni) przekrojów wlewów doprowadzających F_{wd} przez współczynniki powiększenia przekrojów, dla wlewów rozprowadzających k_{wr} i wlewów głównych k_{wg} (tabl. VII-36), tj. $F_{wr} = k_{wr}F_{wd}$, $F_{wg} = k_{wg}F_{wd}$.

Najpraktyczniejszym kształtem wlewów rozprowadzających jest przekrój trapezowy gładki (tabl. VII-37) lub z garbkami mającymi za zadanie zatrzymanie zanieczyszczeń płynących z metalem (tabl. VII-38).

Najodpowiedniejszym kształtem wlewu głównego jest przekrój okrągły i zbieżny w głąb formy. Zbieżność ułatwia wyjęcie modelu wlewu z formy oraz zapobiega oderwaniu się strugi metalu od ścianek formy. Zalecane wymiary wlewów głównych podano w tabl. VII-39.

Tablica VII-36. Wartości zalecanych współczynników do obliczenia wlewów rozprowadzających i wlewów głównych [17]

Sposób zalewania	Rodzaj stopu	Liczba odlewów w formie i ich rodzaj	Charakterystyka odlewu	Współczynnik powiększenia przekrojów	
				wlewów rozprowadzających k_{wr}	wlewów głównych k_{wg}
Na poziomych powierzchniach podziału	żeliwo szare	mała liczba odlewów średnich i dużych	odlewy cienkościenne	1,1–1,2(1,1)	1,1–1,3(1,2)
			odlewy zwykłe do 10 t	1,2–1,4(1,2)	1,2–1,5(1,4)
	odlewy zwykłe ponad 10 t		1,3–1,5(1,3)	1,5–1,7(1,6)	
	odlewy odpowiedzialne		1,4–1,6(1,4)	1,6–2,0(1,6)	
	staliwo		wszystkie odlewy	1,0–1,1(1,1)	1,0
			wszystkie odlewy	1,1–1,2(1,2)	1,15–1,3(1,3)
żeliwo ciągliwe		duża liczba odlewów małych zalewanych ze wspólnego wlewu rozprowadzającego o długości, m	0,2–0,3	0,4–1,0(0,4)	0,6–1,0(0,6)
			pow. 0,3	0,1–0,4(0,25)	0,2–0,6(0,5)
stopy miedzi		odlewy pojedyncze	pow. 0,2	1,0–1,5(1,2)	0,9–1,0
			wszystkie odlewy	1,5–2,0	1,0
Zalewanie kaskadowe				1,1–1,2	1,1–1,2

Wartości najczęściej stosowanych współczynników podano w nawiasach.

10) Zbiorniki wlewowe

Początek układu wlewowego stanowią mogą różne *zbiorniki wlewowe* przedstawione w tabl. VII-40.

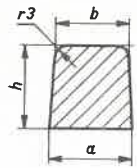
Zbiorniki wlewowe czasowe stosuje się przy zalewaniu przez dziób kadzi odlewów średnio- i grubościennych. Objętość zbiornika w cm^3 oblicza się ze wzoru

$$V_{zb} = \frac{1000 m_c n}{\tau_z \rho_1} \quad (\text{VII.44})$$

gdzie: m_c — masa metalu wypełniającego formę w kg, n — czas rezerwy metalu w zbiorniku (tabl. VII-41) w s, τ_z — czas zalewania formy w s, ρ_1 — gęstość metalu w stanie ciekłym w g/cm^3 .

Kształty i wymiary zbiorników wlewowych czasowych podano w tabl. VII-42. W przedstawionym w tablicy zbiorniku zatrzymanie żuźla uzyskano za pomocą obniżonego poziomu dna czaszy względem poziomu wlotu do wlewu głównego.

Tablica VII-37. Wymiary w mm przekrojów wlewów rozprowadzających trapezowych gładkich [22]

F_{wr} cm^2									
	$h = a$			$h = 1,25a$			$h = 1,5a$		
	a	b	h	a	b	h	a	b	h
1,0	11	8	11						
1,3	12	10	12	11	8	14			
1,6	14	10	14	12	9	15	11	7	
2,0	15	12	15	14	10	17	12	8	
2,5	16	13	17	15	11	19	14	10	
3,15	18	14	19	16	12	21	15	11	
4,0	22	18	21	18	13	25	18	13	
5,0	24	19	24	22	16	27	20	14	
6,3	26	20	27	24	18	30	23	16	
8,0	30	27	30	26	19	35	24	17	
10,0	34	28	33	30	22	38	28	20	
12,5	38	30	37	34	26	43	30	22	
16,0	42	34	42	38	29	48	36	25	
20,0	48	38	47	42	32	53	40	28	
25,0	52	42	53	48	36	60	44	32	
31,5	60	48	59	52	40	66	50	35	
40,0	66	52	67	60	45	77	56	39	

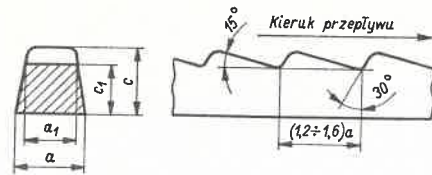
Zbiorniki wlewowe czasowe specjalne stosuje się do dużych i odpowiedzialnych odlewów, zalewanych przez dziób kadzi. Projektuje się je w specjalnych nadstawkach, oddzielnie dla każdej formy lub dla pewnych powtarzających się typów form. Przykłady *zbiorników wlewowych specjalnych* przedstawiono na rys. VII.36.

W *zbiornikach wlewowych*, zwłaszcza specjalnych, można stosować dodatkowe elementy zatrzymujące żuźel i zanieczyszczenia. Elementami dodatkowymi mogą być: cienka blaszka zakrywająca otwór wlewu głównego, która przetapia się po napełnieniu zbiornika wlewowego, lub filtr umieszczony nad otworem wlewu głównego.

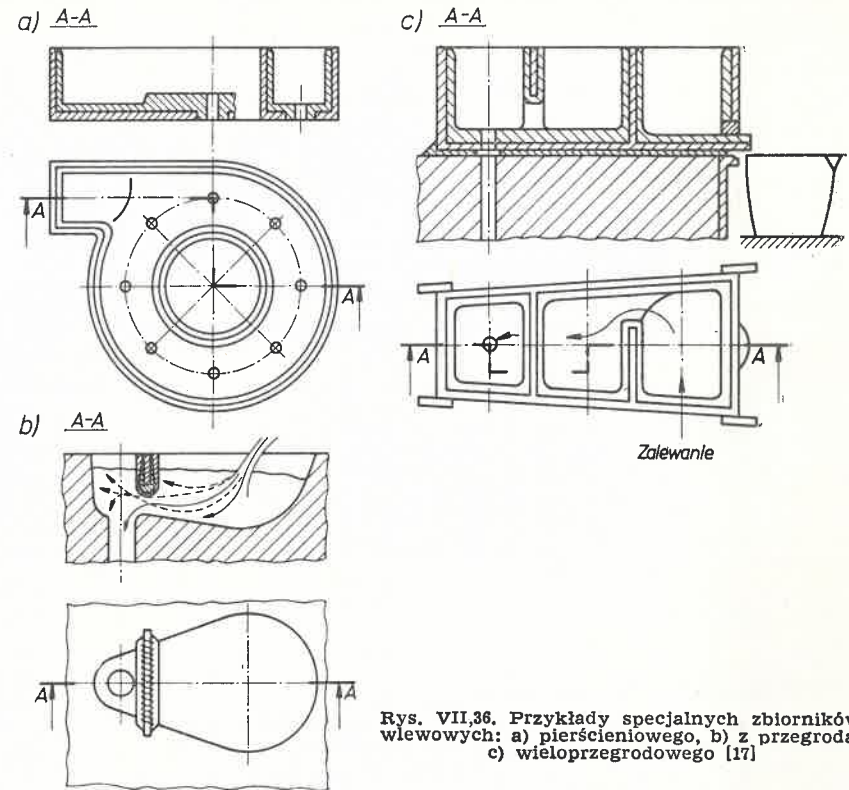
Zbiorniki wlewowe lejkowe stosuje się przy zalewaniu form przez otwór w dnie kadzi, a w przypadku zalewania przez dziób kadzi — tylko przy wykonywaniu odlewów mało odpowiedzialnych. Wymiary lejka dobiera się (bez obliczania jego objętości) proporcjonalnie do średnicy wlewu głównego. Wymiary podano w tabl. VII-43.

Wlewy klinowe stosuje się tylko do odlewów cienkościennej, wymagających bardzo szybkiego wprowadzenia metalu do formy. Objętość wlewu oblicza się ze wzoru (VII.44), podstawiając zawsze $n = 2$ s. Szerokość szczytliny powinna być mniejsza niż grubość ścianki w miejscu doprowadzenia wlewu klinowego.

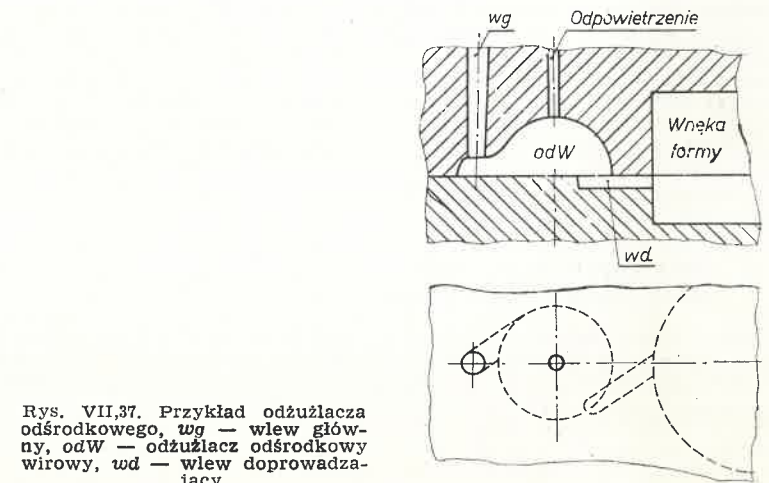
Tablica VII-38. Wymiary w mm przekrojów wlewów rozprowadzających (belek żużlowych) z garbkami [17]



F_{wr} cm ²	a	a_1	c_1	c	F_{wr} cm ²	a	a_1	c_1	c
0,8	10	9	8	10	8,0	36	28	25	36
0,9	11	9,5	8,5	11	9,0	38	30	26	38
1,0	12	10	9	12	10	40	32	28	40
1,1	13	10,5	9,5	13	11	42	34	30	42
1,2	14	11	10	14	12,5	45	36	32	45
1,4	15	11,5	10,5	15	14	47	38	34	47
1,6	16	12	11	16	16	50	40	36	50
1,8	17	13	11,5	17	18	53	42	38	54
2,0	18	14	12	18	20	56	45	40	56
2,2	19	15	13	19	22	60	47	42	60
2,5	20	16	14	20	25	63	50	45	63
2,8	21	17	15	21	28	67	53	47	67
3,2	22	18	16	22	32	70	56	50	70
3,6	23	19	17	23	36	75	60	53	75
4,0	25	20	18	25	40	80	63	56	80
4,5	26	21	19	26	45	85	67	60	85
5,0	28	22	20	28	50	90	70	63	90
5,6	30	23	21	30	56	95	75	67	95
6,3	32	25	22	32	63	100	80	70	100
7,0	34	26	23	34					




Rys. VII.36. Przykłady specjalnych zbiorników wlewowych: a) pierścieniowego, b) z przegrodą, c) wieloprzegrodowego [17]



Rys. VII.37. Przykład odźniacza odśrodkowego, wg — wlew główny, odW — odźniacz odśrodkowy wirowy, wd — wlew doprowadzający

Tablica VII-39. Wymiary wlewu głównego

	F_{wg} cm ²	d	Wymiary, mm					
			L do					
			200	400	600	1000	1000	
			d_1					
	1,0	10						
	1,2	11						
	1,6	14						
	2,0	16						
	2,4	17						
	2,6	18						
	3,0	19	$d_1 =$ $= d+4$	$d_1 =$ $= d+5$	$d_1 =$ $= d+6$	$d_1 =$ $= d+7$	$d_1 =$ $= d+8$	
	4,0	22						
	5,0	25						
	6,0	28						
	8,0	32						
	10,0	36						
	12,0	39						
	16,0	45						
	20,0	50						

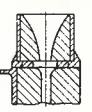
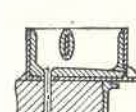
11) Filtry i specjalne odźwiżlacze

W układach wlewowych mogą być stosowane *filtry odźwiżające okrągłe* lub *prostokątne*, wykonane z wysuszonej olejowej masy rdzeniowej o dużej wytrzymałości mechanicznej lub z płytek ceramicznych. Kształty i wymiary filtrów okrągłych podano w tabl. VII-44. Filtry mogą być umieszczone w zbiorniku wlewowym (otworze wlewu głównego) pod wlewem głównym, za belką wlewową lub za specjalnym odźwiżaczem. Filtry dobrze zatrzymują zanieczyszczenia, ale podrażają koszt wykonania formy. Należy je tak dobrać, aby suma przekrojów otworów filtra była najmniejszym przekrojem układu wlewowego. Najlepsze zatrzymanie żużla i zanieczyszczeń zapewniają *odźwiżacze odśrodkowe*. Przykład typowego odźwiżacza odśrodkowego pokazano na rys. VII,37. Odpowietrzenie odźwiżacza odśrodkowego wykonuje się za pomocą otworu w masie lub w kształtkach ceramicznych. Średnicę otworu odpowietrzającego przyjmuje się o 30% większą od średnicy wlewu głównego.

g. Obliczanie i dobór przekrojów układów wlewowych zalewanych z kadzi zatyczkowych

Staliwo wypływające z otworu w dnie kadzi na początku rozlewania ma dużą energię kinetyczną, której zmniejszanie (hamowanie) w układzie wlewowym jest niedopuszczalne. Dlatego układy wlewowe muszą być jak najprostsze, składające się ze zbiornika wlewowego lejkowego, wlewu głównego i wlewów doprowadzających. Przekroje wszystkich elementów układu wlewowego powinny być okrągłe i równe sobie, a najkorzystniejsze są nieco zwiększające się w głąb formy, co zabezpiecza przed wylaniem się metalu

Tablica VII-40. Klasyfikacja, charakterystyka i zastosowanie różnych zbiorników wlewowych [17]

Charakterystyka zbiorników	Zbiorniki wlewowe			
	klinowe	lejkowe	zwykle jedno- i wielowlewowe	specjalne z przegrodami nastawne
				
Objętość zbiornika i pojemność metalu	mała		duża	bardzo duża
Strata uzysku metalu	mała		duża	duża lub minimalna przy zastosowaniu spustu metalu
Hamowanie przepływu metalu	bardzo małe		duże	bardzo duże
Możliwy sposób zalewania	przez dziób kadzi	każdy	przez dziób kadzi	
Wymagana lejność metalu	dobra	obojętna	dobra	
Zalecane grubości ścianek odlewów	cienkościenne	średnio- i grubościennie		
Zalecana masa odlewów	lekkie	wszystkie wielkości		ciężkie
Możliwość dodatkowych usprawnień			filtry na wlotach do wlewów głównych	wypuszczenie metalu ze zbiornika po zalaniu
			zatykanie korkami wlotów do wlewów głównych przed zapelnieniem zbiornika	

Tablica VII-41. Orientacyjne wartości czasów rezerwy metalu w zbiorniku wlewowym w zależności od masy odlewu [17]

Masa odlewu z nadlewami i przelewami kg	do 100	pow. 100 do 500	pow. 500 do 1000	pow. 1000 do 5000	Pow. 5000
Czas n, s	2-3	3-4	4-6	5-7	7-8

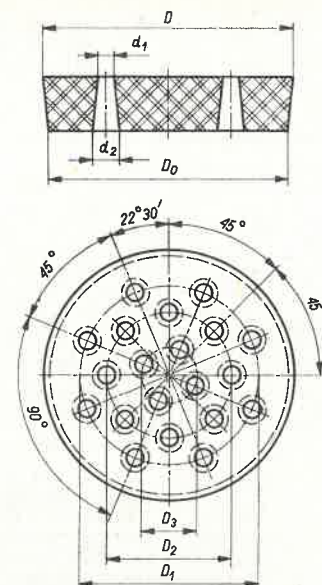
Tablica VII-42. Kształty i wymiary w mm zbiorników wlewowych czaszowych z jednym wlewem głównym

Objętość V_{zb} cm ³	Długość l	Szerokość b	Wysokość h	r_1	r_2	r_3	Kształt	
150	85	55	50	27	22	17		
200	95	60	55	30	24	18		
300	110	65	60	32	26	19		
400	120	75	65	37	30	22		
500	130	80	70	40	32	24		
700	145	90	80	45	36	27		
1 000	160	100	90	50	40	30		
1 300	180	110	100	55	44	33		
1 500	185	115	105	57	46	35		
2 000	200	125	115	62	50	37		
2 500	220	135	120	67	54	40		
3 000	230	145	130	72	58	43		
3 500	245	150	135	75	60	45		
4 000	255	160	145	80	64	48		
5 000	280	170	155	85	68	51		
6 000	290	180	165	90	72	54		
7 000	310	190	175	95	76	57		
8 000	320	300	180	100	80	60		
9 000	330	210	190	105	84	63		
10 000	345	210	195	110	88	66		
11 000	355	225	200	112	90	68		
12 000	370	230	210	115	92	69		
13 000	380	235	215	117	94	71		
14 000	390	240	220	120	96	72		

Tablica VII-43. Wymiary lejka wlewowego w mm

	d_1	d_{max}	D_1	D_2	D_3	h_1	h_2	r	V_{max} cm ³
	wg Tabl. VII-39	20	50	65	70	50	10	10	57
25		65	85	90	60	10	15	100	
30		75	100	105	75	10	15	171	
35		85	110	120	85	15	20	257	
40		100	130	140	100	15	20	400	
45		110	140	155	110	15	20	557	
	50	125	160	175	125	15	25	800	

Tablica VII-44. Kształt i wymiary filtrów okrągłych [17], w mm

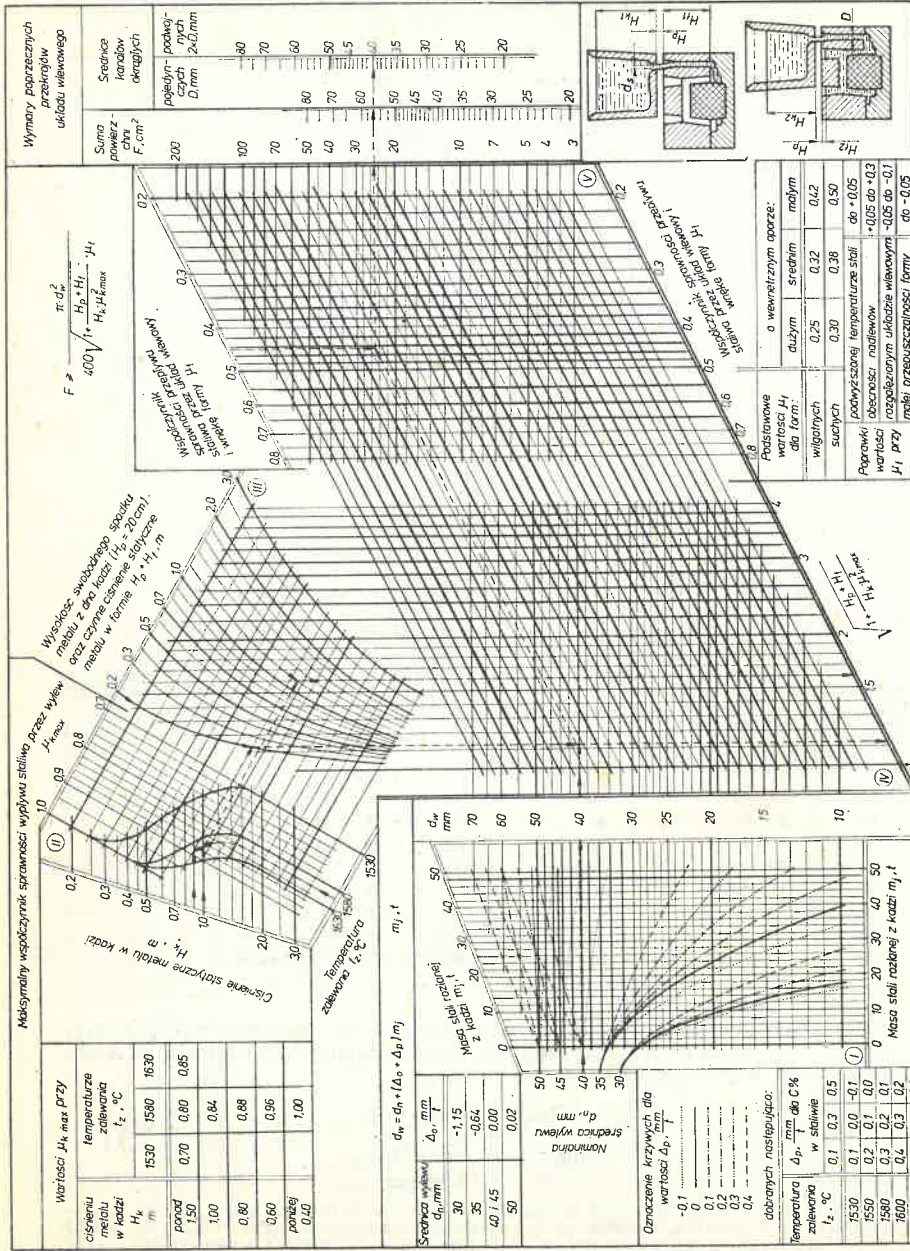


Liczba otworów w filtrze	Średnica wlewu głównego mm	D	D_0	D_1	D_2	D_3	d_1	d_2	Suma powierzchni przekrojów poprzecznych otworów cm ²
12	17-20	60	56	—	35	17	5	6	2,4
12	21-24	64	60	—	33	18	6	7	3,3
12	25-29	68	64	—	41	19	7	8	4,6
12	29-32	72	68	—	44	20	8	9	6,0
20	17-20	72	68	50	35	17	5	6	3,0
20	21-24	79	75	54	38	18	6	7	5,6
20	25-28	86	82	60	41,5	19	7	8	7,7
20	29-32	93	89	66	45,0	20	8	9	10,0

ze zbiornika wlewowego lejkowego. Długość kanałów powinna być jak najmniejsza oraz zmiany ich kierunku możliwie łagodne. Powierzchnię przekroju układu wlewowego oblicza się ze wzoru

$$F \geq \frac{\pi [d_n + (\Delta_0 + \Delta_p) m_j]^2}{400 \sqrt{1 + \frac{H_p + H_f}{H_k \mu_{kmax}} m_j}} \quad (\text{VII.45})$$

gdzie: d_n — początkowa średnica nominalna otworu wylotowego kadzi w mm, Δ_0 — zmiana średnicy wylewu, zależna od jej średnicy początkowej (rys. VII.38) w mm/t, Δ_p — zmiana średnicy wylewu zależna od temperatury rozlewania i zawartości węgla w staliwie (rys. VII.38) w mm/t, m_j — masa staliwa wylanego z kadzi od początku rozlewania do chwili zalania połowy formy w t, H_p — różnica wysokości pomiędzy



Rys. VII.38. Nomogram do ustalania wymiarów układu wlewowego form zalewanych stalnictwem wlewowym z kadzi zatyckowych [3]

najwyższym przekrojem otworu wlewowego w kadzi a górną powierzchnią formy (przyjmowana przeważnie jako 0,2 m) w m, H₁ — ciśnienie statyczne metalu w formie (w przypadku nadlewów odkrytych H₁ w końcowej chwili zalewania dąży do zera) w m, H_k — ciśnienie statyczne metalu w kadzi w m, μ_f — współczynnik sprawności przepływu staliwa przez układ wlewowo formy (rys. VII.38), μ_k — maksymalna wartość współczynnika sprawności wypływu metalu przez otwór wyladowy kadzi (rys. VII.38).

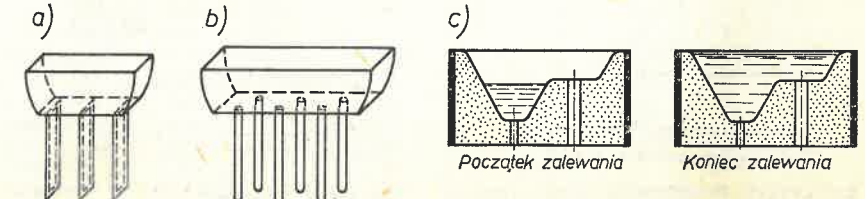
Obliczenia wartości F dokonuje się dwukrotnie dla chwilowych wartości parametrów, pierwszy raz na początku zalewania, drugi raz natomiast na końcu zalewania pierwszej formy z danej grupy odlewów. Z obliczonych dwóch przekrojów F należy przyjąć wartość większą. W celu ułatwienia obliczeń podano na rys. VII.38 nomogram do wyznaczania wymiarów poprzecznych przekrojów F układu wlewowego. Sposób korzystania z nomogramu zaznaczono strzałkami, a kolejność postępowania jest określona numerami pól.

h. Układy wlewowo, obliczanie i dobór przekrojów układów wlewowo dla stopów aluminium i magnezu

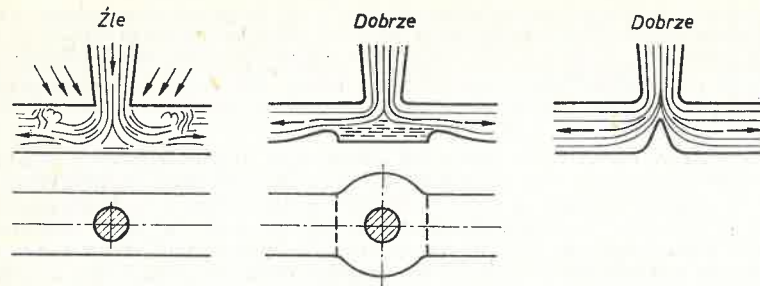
Stopy aluminium i magnez charakteryzują się dobrą lejniością oraz skłonnością do tworzenia jam skurczowych i rzadziżn. Metal jest doprowadzany do grubych ścianek odlewu pod nadlewami lub w nadlewy boczne dla uzyskania krzepnięcia kierunkowego.

Aluminium i magnez tworzą w zetknięciu z powietrzem stałe tlenki nierozpuszczalne w kąpieli metalicznej o gęstości zbliżonej do gęstości ciekłego metalu, których nie można usunąć w układzie wlewowym. Należy więc dążyć do ograniczenia warunków ich powstawania przez zalewanie od dołu, unikanie zbyt dużych szybkości przepływu metalu we wlewie głównym, rozprzewadzającym, a przede wszystkim we wlewie doprowadzającym, aby nie dopuścić do rozdzielenia strugi metalu i zapewnić spokojne wypełnienie wnętrza formy. W tym celu należy stosować zbiorniki wlewowe czasowe (z przymykaniem otworu wlewowego, umieszczeniem blaszek perforowanych lub filtrów), unikać wlewów głównych o dużych średnicach zastępując je kilkoma wlewami okrągłymi każdy o średnicy do 30 mm lub szczelinowymi (rys. VII.39a, b). Przy odlewach wysokich i ciężkich należy stosować zbiorniki piętrowe (rys. VII.39c).

W celu niedopuszczenia do oderwania się ciekłego metalu od ścianki we wlewie głównym, należy stosować wlew główny zbieżny lub wężowy (przy pionowym podziale formy). Przepływ metalu z wlewu głównego do wlewu rozprzewadzającego jest związany ze zmianą jego kierunku i prędkości. Stwarza to niebezpieczeństwo zasymania powietrza i gazów z formy, co dodatkowo powoduje utlenianie metalu; wymagane jest więc łagodne wyprofilowanie połączenia wlewu głównego z wlewem rozprzewadzającym (rys. VII.40) lub używa studzienki. Stosuje się wlewy rozprzewadzające o przekrojach



Rys. VII.39. Zbiorniki wlewowe do odlewów ze stopów aluminium i magnezu: a) z wlewami szczelinowymi, b) z wlewami okrągłymi, c) piętrowy



Rys. VII.40. Przejście z wlewu głównego do wlewu doprowadzającego lub rozprowadzającego [2]

trapezowych lub trójkątnych, często wydłużone i zaopatrzone w przelewy w celu lepszego zatrzymywania żużla (rys. VII.41).

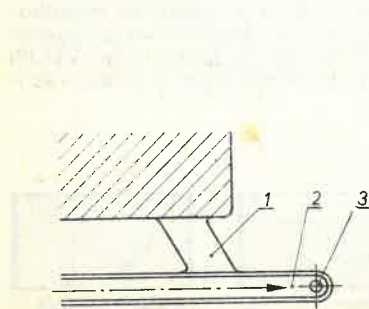
Kształt i wymiary wlewów doprowadzających mają ograniczyć szybkość przepływu, co najłatwiej uzyskać przez zastosowanie *wlewów doprowadzających rozbieżnych* pod kątem nie przekraczającym 7° (rys. VII.42). Większa rozbieżność może spowodować rozdzielenie strugi metalu. Również dobrym rozwiązaniem jest zastosowanie wlewu doprowadzającego rozbieżno-równoległego (wysokość stała 3–5 mm). Wlew doprowadzający powinien tworzyć z wlewem rozprowadzającym kąt rozwarty. Wlew doprowadzający nie powinien być kierowany prostopadłe do ścian odlewu, przez co zapobiega się rozbrzygiwaniu i utlenieniu metalu. Liczbę wlewów doprowadzających dla stopów aluminium i magnezu można przyjąć z tabl. VII-45 i VII-46.

Układy wlewowe do odlewów niewysokich pokazano przykładowo na rys. VII.43. Odlewy wysokie powinny być zasilane świeżym metalem na całej wysokości, co można uzyskać stosując układy pokazane na rys. VII.44, z których najlepszym jest układ z wlewem doprowadzającym szczelinowym.

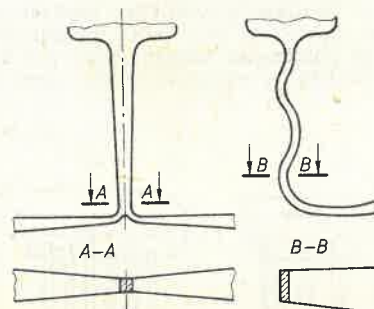
Obliczenie najmniejszego przekroju w cm^2 , tj. wlewu głównego dla stopów o trudno oddzielanych tlenkach, przeprowadza się na podstawie wzoru

$$F_{wg} = \frac{1000 m v_{po}}{\rho_i C v_u} \quad (\text{VII.46})$$

gdzie: m — masa odlewu z nadlewami (masa metalu, która ma przepłynąć przez wlew główny) w kg, v_{po} — prędkość optymalna podnoszenia się metalu w formie w cm/s , ρ_i — gęstość metalu w g/cm^3 , C — wysokość odlewu w ułożeniu do zalewania



Rys. VII.41. Przedłużenie wlewu rozprowadzającego do przelewu; 1 — wlew doprowadzający, 2 — wlew rozprowadzający, 3 — przelew [2]



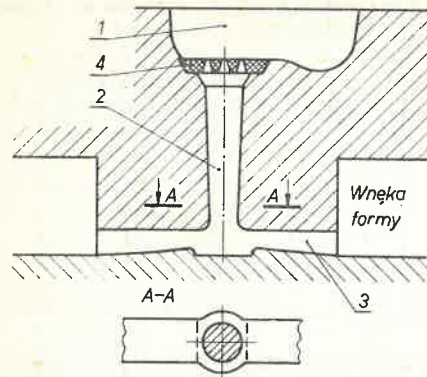
Rys. VII.42. Przykład układów z wlewem doprowadzającym rozbieżnym

Tablica VII-45. Wymiary i liczba wlewów doprowadzających do odlewów ze stopów aluminium (według Fundatora)

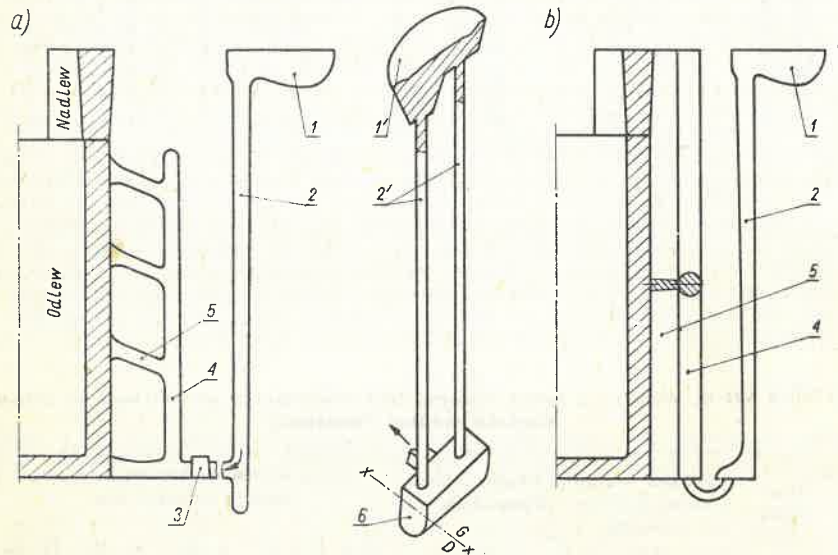
Masa odlewu kg	Przekrój jednego wlewu doprowadzającego cm^2	Długość wlewu doprowadzającego mm	Liczba wlewów doprowadzających przy grubości ścianek w mm				
			3–5	5–8	8–10	10–15	15–20
0–0,2	0,3–0,4	10–15	1	1	1	1	1
0,2–0,3	0,4–0,5	15–20	1	1	1	1	1
0,3–1,0	0,5–0,7	20–25	1	1	1	1	1
1,0–1,8	0,6–0,8	25–30	2	2	1	1	1
1,8–3,4	0,6–0,8	25–30	3	3	2–3	2–3	2–3
3,4–5,2	0,6–0,8	25–30	—	3	2	2	2
5,2–7,8	0,6–0,8	25–30	—	4	4	3	3
7,8–10	0,8–1	30–35	—	4	4	3	3
10–14	0,8–1	30–35	—	5	4	3	3
14–21	1–1,5	30–35	—	4–5	4	3–4	3
21–27	1–1,5	30–35	—	5–6	5	4–5	3
27–34	1–1,5	40–45	—	6–7	6	4–5	4
34–42	1–1,5	40–45	—	7–8	7	5–6	4
42–48	1–1,5	40–45	—	7–8	7	5–6	4
48–55	1–1,5	45–50	—	7–8	7	5–6	5

Tablica VII-46. Wymiary i liczba wlewów doprowadzających do odlewów ze stopów magnezu (według Fundatora)

Masa odlewu kg	Przekrój jednego wlewu doprowadzającego cm^2	Długość wlewu doprowadzającego mm	Liczba wlewów doprowadzających przy grubości ścianek w mm				
			3–5	5–8	8–10	10–15	15–20
0–0,1	0,3–0,4	10–15	1	1	1	1	1
0,1–0,22	0,4–0,5	15–20	1	1	1	1	1
0,23–0,7	0,5–0,7	20–25	1	1	1	1	1
0,7–1,3	0,6–0,8	25–30	2	2	1	1	1
1,3–2,4	0,6–0,8	25–30	3	3	2–3	2–2	2–3
2,4–3,6	0,6–0,8	25–30	3	3	3	3	3
3,6–5,5	0,6–0,8	25–30	—	4	4	3	3
5,5–7,3	0,8–1	30–35	—	4	4	3	3
7,3–9,6	0,8–1	30–35	—	5	4	3	3
9,6–15	1–1,5	30–35	—	4–5	4	3–4	3
15–19	1–1,5	30–35	—	5–6	5	4–5	3
19–25	1–1,5	40–45	—	6–7	6	4–5	4



Rys. VII.43. Przykład układu wlewowego do odlewów ze stopów aluminium i magnezu, 1 - zbiornik wlewowy czasowy, 2 - wlew główny, 3 - wlew doprowadzający, 4 - filtr



Rys. VII.44. Układy wlewowe do odlewów wysokich ze stopów aluminium i magnezu: a) syfonowo-stopniowy, b) szczelinowy; 1 - zbiornik wlewowy czasowy, 1' - zbiornik wlewowy piętrowy, 2 - wlew główny, 2' - dwa wlewy główne, 3 - wlew rozprowadzający poziomy, 4 - wlew rozprowadzający pionowy, 5 - wlew doprowadzający, 6 - studzienka

(wraz z nadlewami) w cm, v_u - prędkość przepływu metalu przez układ wlewowy w cm/s, $\tau_z = C/v_{po}$ - czas zalewania w s.

Dla odlewów ze stopów Al i Mg o wysokości w pozycji zalewania do 150 cm i grubości ścianek do 3 cm przy $C/\delta \leq 50$, v_{po} należy wyznaczyć [1] wg wzoru

$$v_{po} = \frac{3,0-4,2}{\delta} \text{ cm/s} \quad (\text{VII.47})$$

gdzie δ - średnia grubość ścianki w cm.

Wartość 3,0 odnosi się do małych wysokości, a 4,2 do wysokości zalewania zbliżonych do 150 cm.

Prędkość przepływu metalu w układzie wlewowym v_u występującą we wzorze VII.46) oblicza się z zależności

$$v_u = \mu_f \sqrt{2gH_{fs}} \quad (\text{VII.48})$$

gdzie: μ_f - współczynnik sprawności układu wlewowego wyznaczony dla każdego typu odlewu, układu wlewowego i masy formierskiej na podstawie prób wg wzoru (VII.42) (do wstępnych obliczeń można go przyjmować podobnie jak dla staliwa wg tabl. VII-31), g - przyspieszenie ziemskie cm/s^2 , H_{fs} - średnia wysokość słupa metalu wg wzoru (VII.41) w cm.

Przy obliczeniach układu wlewowego prędkość przepływu metalu v_u można również przyjąć w zależności od stopnia skomplikowania konstrukcji odlewów ze stopów Al i Mg w sposób następujący:

- do 20 cm/s dla odlewów skomplikowanych,
- do 30 cm/s dla odlewów średnioskomplikowanych,
- do 40 cm/s dla odlewów prostych.

Przekroje wlewów rozprowadzających F_{wr} i doprowadzających F_{wd} otrzymuje się przez powiększenie obliczonego przekroju wlewu głównego F_{wg} odpowiednimi współczynnikami k_{wr} , k_{wd} podanymi w tabl. VII-47.

Tablica VII-47. Współczynnik powiększania przekrojów wlewów rozprowadzających i doprowadzających dla stopów metali nieżelaznych [17]

Odlewane stopy	$k_{wr} = \frac{F_{wr}}{F_{wg}}$	$k_{wd} = \frac{F_{wd}}{F_{wg}}$
Stopy aluminium	1,2-2,2 (1,6)	2-6 (2,5)
Stopy magnezu	2-4 (2,5)	2-4 (3)
Mosiądze specjalne	2-2,8	1-4,8
Brązy aluminiowe	2-4 (2)	2-4 (2,5)

Zalecane wartości współczynników podano w nawiasach.

Literatura do rozdziału VII, p. 1-4

1. Galdin N. M.: Litnikowyje sistemy dla otlivok iz legkich spлавов. Moskwa, Maszinstrojenje 1978.
2. Górny Z. i inni: Odlewnicze stopy metali nieżelaznych. Warszawa, WNT 1963.
3. Hess K.: Metoda doboru i obliczania parametrów kadzi zatoryczkowych i układów wlewowych form zalewanych staliwem węglowym. Rozprawy nr 17. Poznań, Politechnika Poznańska 1966.
4. Hess K., Ignaszak Z.: Przewodnictwo cieplne mas formierskich w funkcji temperatury. Krzepnięcie metali i stopów (zeszyt 3). Katowice-Gliwice, PAN 1980.
5. Hess K. i inni: Metoda zasilania odlewów prefabrykowanymi nadlewami uwzględniającymi nowoczesne sposoby projektowania zasilaczy. Poznań, Archiwum prac naukowych Zakładu Odlewnictwa Instytutu Technologii Budowy Maszyn Politechniki Poznańskiej 1971.
6. Hess K. i inni: Metoda sterowania krzepnięciem i studzeniem odlewów staliwnych warunkująca unikanie naprężeń termicznych w odlewach oraz przyspieszenie krzepnięcia i studzenia odlewów. Poznań, Archiwum prac naukowych Zakładu Odlewnictwa Instytutu Technologii Budowy Maszyn Politechniki Poznańskiej 1971.
7. Hess K., Kilanowski J.: Nomograficzna metoda doboru i obliczania wewnętrznych ochładzalników odlewniczych. Biuletyn Techniczny ZM Pomet nr 5, 1970.
8. Hess K.: Najdłuższy dopuszczalny czas zalewania staliwa węglowego do form

- piaskowych wykonanych na wilgotno. Praca doktorska na Wydziale Odlewnictwa AGH, Kraków 1961.
9. Hess K., Stodulny Cz., Ignaszak Z.: Analiza i badanie podstaw metody sterowania krzepnięciem odlewów zróżnicowaniem materiałów formierskich. Krzepnięcie metali i stopów (zeszyt 1). Katowice—Gliwice, PAN 1979.
 10. Jegorienkow I. P.: Poradnik formierza-odlewnika, Warszawa, PWSZ 1952.
 11. Kniagin G.: Stalwo, Metalurgia i Odlewnictwo. Katowice, Wydawnictwo Śląsk 1972.
 12. Landolt H., Börnstein R.: Zahlenwerte und Funktionen... Band IV Technik, Teil 4 Wärmetechnik, Berlin—Heidelberg—New York, Springer Verlag 1967.
 13. Langa W.: Krzepnięcie odlewów w formach piaskowych. Katowice, Wydawnictwo Śląsk 1973.
 14. Longa W.: Krzepnięcie odlewów w kokilach. Katowice, Wydawnictwo Śląsk 1978.
 15. Longa W.: Nadlewy dla odlewów krzepnących w formach piaskowych i metalowych. Katowice, Wydawnictwo Śląsk 1976.
 16. Longa W.: Teoria procesów odlewniczych. Kraków, Wydawnictwo AGH 1968.
 17. Mały Poradnik Odlewnika. Praca zbiorowa. Warszawa, WNT 1965.
 18. Piaskowski J., Jankowski A.: Żeliwo sferoidalne. Warszawa, WNT 1974.
 19. Poradnik Inżyniera. Odlewnictwo. Praca zbiorowa. Warszawa, WNT 1972.
 20. Rączka J.: Żeliwo ciągliwe. Warszawa, PWT 1961.
 21. Ruddle R. W.: Zatwierdianie otłiwok. Tłum. z oryginału: Solidifikation of castings. Moskwa, Maszgiz 1960.
 22. Skarbiński M.: Uruchomienie produkcji w odlewni. Warszawa, WNT 1974.
 23. Sprawocznik litiejszczyka, Moskwa, Maszgiz 1960.
 24. Wlodawer R.: Die gelenkte Erstarrung von Stalguss. Düsseldorf, Giesserei-Verlag GMBH 1967.
 25. Virolle X., Chevriot R., Joancolas M.: Étude expérimentale de la diffusivité thermique des matériaux. Fonderie nr 241, 1966.

5. Oprzyrządowanie, narzędzia i galanteria do wykonywania form

a. Skrzynki formierskie

1) Klasyfikacja i normalizacja skrzynek

Na podstawie BN-67/4041-01 skrzynki formierskie sklasyfikowano w zależności od konstrukcji, kształtu, pojemności i rodzaju materiału.

W zależności od konstrukcji skrzynki formierskie dzieli się na:

- OC — odlewane w całości,
- OS — odlewane składane,
- G — ze stali profilowej giętej (spawane),
- W — ze stali profilowej walcowanej (spawane),
- U — usuwalne.

Ze względu na kształt skrzynki formierskie dzieli się na:

- p — prostokątne,
- o — okrągłe,
- s — o kształtach specjalnych.

Z punktu włożenia pojemności rozróżnia się następujące klasy skrzynek formierskich:

- I — małe ręczne (do 14 dm³),
- II — duże ręczne (15÷50 dm³),
- III — małe dźwignicowe (51÷150 dm³),
- IV — duże dźwignicowe (pow. 151 dm³).

W zależności od rodzaju materiału skrzynki formierskie mogą być:

- żeliwne (z dowolnej klasy żeliwa szarego),
- stalowe (z dowolnego gatunku staliwa węglowego),
- ze stopów aluminium lub magnezu,
- ze stali profilowej.

Zgodnie z BN-67/4041-02 za główne wymiary skrzynek formierskich przyjmuje się (w płaszczyźnie podziału formy):

- L — długość w świetle w mm,

B — szerokość w świetle w mm,
H — wysokość w mm.

Podstawową wielkością obliczeniową służącą do ustalania wymiarów konstrukcyjnych skrzynki formierskiej jest wymiar znamionowy Z, który w przypadku skrzynek prostokątnych

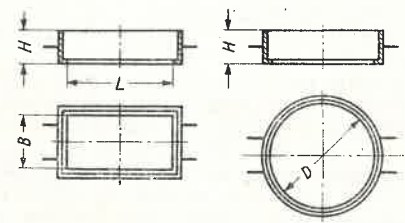
$$Z = \frac{L+B}{2}$$

a skrzynek okrągłych

$$Z = D$$

Główne wymiary skrzynek formierskich oraz zalecane zależności między głównymi wymiarami dobiera się z tabl. VII-48 i VII-49. Do produkcji serijnej i masowej dopuszcza się skrzynki o innych głównych wymiarach.

Tablica VII-48. Główne wymiary skrzynek prostokątnych i okrągłych, w mm (wg BN-67/4041-02)



Długość L		Szerokość B lub średnica D		Wysokość H	
zakres	różnica	zakres	różnica	zakres	różnica
300—800	50	250—400	50	50—200	25
800—1600	100	400—1000	100	powyżej 200	50
1600—3000	200	1000—2600	200		
3000—5000	500	powyżej 2600	500		

Główne wymiary zespołu dwóch skrzynek prostokątnych zapisuje się w następujący sposób

$$\frac{LB(H_a+H_g)}{dC} \text{ mm}$$

gdzie: H_a — wysokość dolnej skrzynki, H_g — wysokość górnej skrzynki, d — średnica otworów centrujących, C — odległość między osiami otworów centrujących.

2) Zasady doboru skrzynek formierskich

Wielkość skrzynek formierskich zależy od:

- gabarytowych wymiarów modelu lub modeli,

PORADNIK INŻYNIERA
odlewnictwo

tom I

MATERIAŁY ODLEWNICZE I FORMIERSKIE
TECHNOLOGIA FORMY
AUTOMATYZACJA PROCESÓW
ODLEWNICZYCH

tom II

SPECJALNE METODY ODLEWANIA
OCZYSZCZANIE I OBRÓBKA CIEPLNA
ODLEWÓW
KONTROLA JAKOŚCI I NAPRAWA ODLEWÓW
OPTIMALIZACJA PROCESÓW ODLEWNICZYCH
TRANSPORT PNEUMATYCZNY;
GOSPODARKA ENERGOMECHANICZNA;
OCHRONA ŚRODOWISKA

PORADNIK INŻYNIERA

odlewnictwo

TOM PIERWSZY

MATERIAŁY ODLEWNICZE
I FORMIERSKIE
TECHNOLOGIA FORMY
AUTOMATYZACJA PROCESÓW
ODLEWNICZYCH