

PODSTAWY TEORETYCZNE TECHNOLOGII WSTRZELIWANIA DWUWARSTWOWYCH FORM I RDZENI

Józef DAŃKO
Wydział Odlewnictwa AGH
ul. Reymonta 23, 30-059 Kraków

1. Wstęp

W procesie zagęszczania masy metodami dmuchowymi obserwuje się charakterystyczne zwiększenie gęstości pozornej masy na przedłużeniu osi otworu strzałowego w stosunku do rejonów rdzenia lub formy, w których strumień piaskowo-powietrzny nie działa bezpośrednio na warstwy masy. Taki rozkład zagęszczenia zmniejsza zdolność rdzenia do odprowadzania gazów po zalaniu formy ciekłym metalem, a także nie jest korzystny dla mas szybko utwardzalnych, w których utwardzanie masy odbywa się za pomocą przedmuchiwania przez rdzeń lub formę gazowych czynników utwardzających. Tradycyjnie formy dwuwarstwowe są wykonywane w określonej sekwencji czynności technologicznych. Najpierw jest wykonywana warstwa z masy przymodelowej, a następnie pozostała przestrzeń skrzynki jest zapełniana warstwą masy wypełniającej. Należy zaznaczyć, że do wykonywania form i rdzeni dwuwarstwowych nie są dotychczas stosowane maszyny dmuchowe.

2. Podstawy technologiczne wykonywania dwuwarstwowych form i rdzeni metodami dmuchowymi

Przeprowadzone badania własne [1-5], wskazują na możliwość praktycznie równoczesnego wstrzeliwania do wnęki technologicznej dwóch rodzajów masy.

Realizacja koncepcji wymaga wprowadzenia zmiany konstrukcji komory naboju maszyny dmuchowej w zależności od jej przeznaczenia. W przypadku adaptacji strzelarki do wykonywania dwuwarstwowych rdzeni (rys. 1), komora naboju składa się z dwóch współśrodkowo usytuowanych cylindrów, do których wprowadza się poszczególne rodzaje masy z odpowiednio rozdzielonego zasobnika, pozwalającego na umieszczenie w nim dwóch rodzajów masy. Maszyna przeznaczona do wstrzeliwania dwuwarstwowych form o pionowej płaszczyźnie podziału ma komorę

nabojową rozdzieloną przegrodą wzdłuż całej wysokości, w celu rozdzielenia od siebie masy przymodelowej i wypełniającej.

Mechanizm ewakuacji obydwu rodzajów masy z zespolonej komory nabojowej jest analogiczny jak dla typowych strzelarek z tym, że przemieszczaniu do wspólnego otworu wylotowego podlega masa znajdująca się w obu cylindrach lub po obu stronach przegrody. Strumień piaskowo-powietrzny ma również warstwę zewnętrzną, utworzoną przez masę wypływającą z cylindra zewnętrznego komory nabojowej oraz koncentrycznie w niej usytuowaną warstwę środkową, utworzoną przez masę wypływającą z cylindra wewnętrznego. Schemat ewakuacji masy z dwuczęściowej komory nabojowej strzelarki przeznaczonej do zapewniania rdzennicy (górna część rysunku) lub skrzyni formierskiej (dolna część rysunku) został przedstawiony na rysunku 1.

3. Podstawy teoretyczne doboru parametrów roboczych procesu

Można obliczyć stosunek powierzchni otworów wylotowych z poszczególnych przestrzeni komory nabojowej, pozwalający na otrzymanie założonych grubości warstwy masy przymodelowej i wypełniającej w rdzeniu lub formie. Podstawą doboru proporcji masy przymodelowej i wypełniającej w technologii rdzeni i form dwuwarstwowych jest jednostkowe natężenie wypływu obu rodzajów masy, zdefiniowane wzorami

$$q_p = \frac{m_p}{\tau_{ep} \cdot f_{1p}} \quad ; \quad q_w = \frac{m_w}{\tau_{ew} \cdot f_{1w}} \quad (1)$$

gdzie: q_p , q_w – jednostkowe natężenie wypływu masy odpowiednio dla masy przymodelowej oraz masy wypełniającej; $\text{kg/m}^2\text{s}$,

m_w – masa warstwy wypełniającej w formie lub rdzeniu; kg ,

m_p – masa warstwy przymodelowej w formie lub rdzeniu; kg ,

f_{1p} , f_{1w} – powierzchnia otworu strzałowego odpowiednio dla masy przymodelowej oraz masy wypełniającej; m^2 ,

τ_{ew} , τ_{ep} – czas wstrzeliwania odpowiednio dla masy wypełniającej i przymodelowej; s .

Całkowitą ilość masy wstrzeloną do przestrzeni technologicznej wyraża wzór

$$M_C = m_p + m_w = V_p \cdot \rho_p + V_w \cdot \rho_w \quad (2)$$

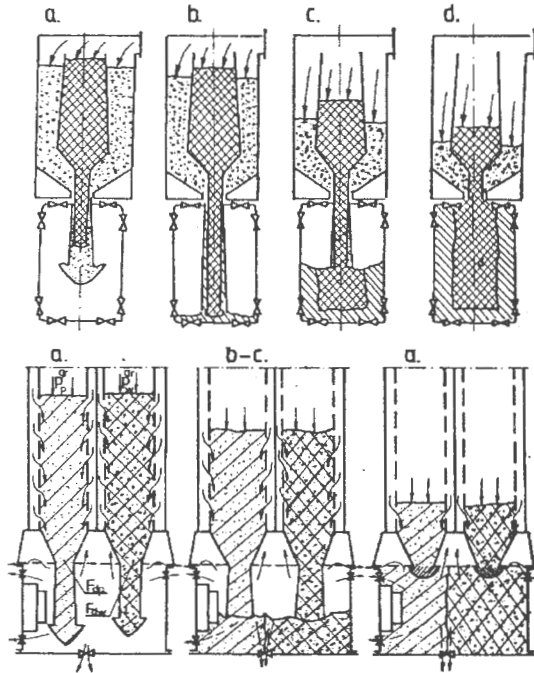
gdzie: V_p , V_w – objętość warstw masy odpowiednio przymodelowej i wypełniającej; m^3 ,

ρ_p – średnia gęstość pozorna masy w warstwie zewnętrznej (przymodelowej); kg/m^3 ,

ρ_w – średnia gęstość pozorna masy w warstwie wypełniającej; kg/m^3 .

Jeżeli czasy zapewniania obu warstw są sobie równe ($\tau_{ep} = \tau_{ew}$) uzyskuje się zależność

$$\frac{\xi_{1P}}{\xi_{1W}} = \frac{\alpha_W}{\alpha_P} \cdot \frac{V_P \cdot \rho_P}{V_W \cdot \rho_W} \quad (3)$$



Rys. 1. Schemat faz zapelniania przestrzeni technologicznej przy wytwarzaniu dwuwarstwowych rdzeni i form: a) faza wstepna, b-c) faza wlasciwa procesu zapelniania, d) faza koncowa.

Fig. 2. The schematic stages of filling the core box during the process of manufacturing of two-layer cores and moulds: a) initial stage, b,c) proper stage of filling process, d) final stage.

Stosunek powierzchni otworów wylotowych wymagany dla wstrzelenia rdzenia o masie M_c , w którym założony udział obu warstw wynosi $m_p/m_w = x$ jest równy

$$\frac{\xi_{1P}}{\xi_{1W}} = \frac{\alpha_W}{\alpha_P} \cdot x \quad (4)$$

W przypadku otworów strzałowych o przekroju kołowym stosunek średnic wylotowych otrzymuje się po przekształceniu wzoru (4) do postaci

$$\frac{\alpha_{1p}}{\alpha_{1w}} = \sqrt{\frac{\alpha_w}{\alpha_p} \cdot x} \quad (5)$$

4. Realizacja badań

Podczas badań warstwę przymodelową wykonywano z jednej ze znanych mas rdzeniowych, stosowanych w technologii wstrzeliwania rdzeni. Były to masy:

- utwardzane w następstwie suszenia, zawierające olej lub pokost lniany,
- utwardzane w podgrzewanych rdzennicach i stanowiące typowe masy do technologii hot-box,
- utwardzane w temperaturze otoczenia przez przedmuchiwanie CO₂, zawierające szkło wodne .

Masę wypełniającą sporządzano z piasku kwarcowego o sprowadzonej wielkości ziarna $d_h = 0,36$ mm i zmniejszonej od 50 do 75 procent zawartości tych samych spoiw, które używano do masy przeznaczonej na zewnętrzną warstwę rdzenia. W przypadku, gdy rdzenie wykonywane były z masy, zawierającej jako spoiwo olej lniany, masę wypełniającą stanowiła masa testowa z bentonitem. Stan zagęszczenia masy rdzeniowej oceniano przez pomiar gęstości pozornej masy w próbkach wycinanych z rdzeni za pomocą cienkościennej sondy o polerowanych ściankach i średnicy wewnętrznej równej 30 mm. Przepuszczalność rdzeni w miejscu pobierania próbek określano metodą pośrednią, za pomocą pomiaru gęstości pozornej masy. Korzystano z wykresów analogicznych do przedstawionego na rysunku 2, ujmujących zmianę przepuszczalności od gęstości pozornej masy danego rodzaju wstrzeliwanej do rdzennicy o wymiarach znormalizowanej próbki walcowej przy zmiennych parametrach prowadzenia procesu.

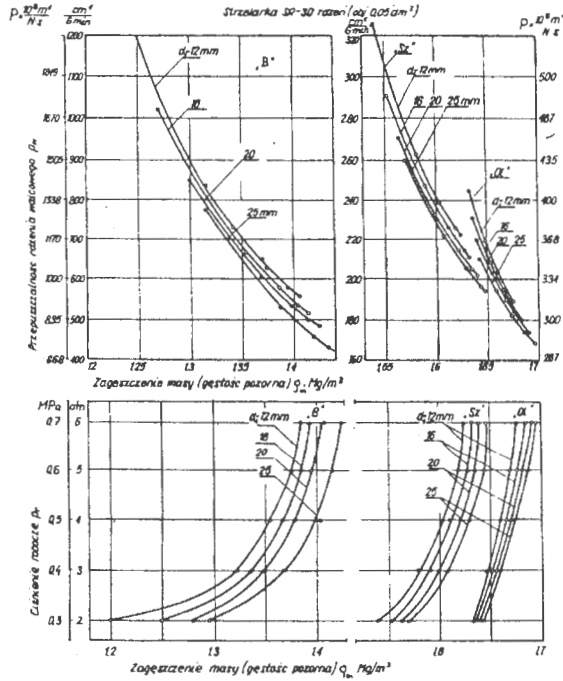
5. Wyniki badań

Dla prawidłowo dobranych warunków pracy strzelarki nie następuje wzajemne przenikanie poszczególnych rodzajów masy, a ich kontakt odbywa się wyłącznie na powierzchni zetknięcia powstałych warstw. Stwierdzono, że najbardziej korzystny przebieg zapełniania rdzennicy masą jest wówczas, gdy stosunek otworu wewnętrznego d_w do zewnętrznego d_z , kończącego wylot z komory nabojoyej, przyjmuje wartości od 0,5 do 0,7.

Na granicy zetknięcia warstw zaznacza się gwałtowna zmiana zagęszczenia i przepuszczalności. Można przykładowo podać, że wykonanie środkowej części rdzenia z masy bentonitowej "B" spowodowało średnio 2,5-krotne zwiększenie przepuszczalności w porównaniu do rdzenia jednolitego, wykonanego całkowicie z masy z olejem lniwym.

Mniejsza gęstość pozorna masy wypełniającej, uzyskiwana w danych warunkach realizacji procesu, dodatkowo zwiększa jej przepuszczalność. Masa wypełniająca sporządzona z tej samej osnowy, lecz zawierająca zmniejszoną zawartość spoiwa (25 do 30 procent zawartości całkowitej), zwiększa przepuszczalność warstwy środkowej o

około 60 procent, a średnia przepuszczalność całego rdzenia rośnie od 30 do 50 procent, w porównaniu z rdzeniem wykonanym całkowicie z masy jednolitej. W tym przypadku procentowe zwiększenie przepuszczalności części środkowej rdzenia jest zbliżone do analogicznej zmiany przepuszczalności w próbce standardowej, wykonanej z masy o zmniejszonej zawartości spoiwa. Masa wypełniająca może stanowić 30–70 procent całkowitej masy rdzenia. Uzyskanie górnej wartości przedziału jest możliwe w przypadku rdzeni smukłych o kształtach prostych, które są wstrzeliwane przy optymalnym stosunku $d_w/d_p = 0,66 \div 0,7$.



Rys. 2. Zależność przepuszczalności od gęstości pozornej próbki masy zagęszczonej przez jej wstrzelenie do rdzennicy o wymiarach próbki walcowej ($\phi 50 \times 50 mm$), przy użyciu zmiennego ciśnienia wstrzeliwania.

Fig. 2. Dependence of the apparent density and corresponding permeability of sand specimen compacted by means of sand shooting into cylindrical core box ($\phi 50 \times 50 mm$) using variable shooting pressure.

6. Podsumowanie

Użycie masy wypełniającej w procesie wykonywania rdzeni i form metodami dmuchowymi ma uzasadnienie technologiczne i ekonomiczne. Masa wypełniająca

wykonana z gruboziarnistej osnowy i mniej wartościowych materiałów formierskich może mieć zmniejszoną zawartość materiału wiążącego co powoduje, że utworzona z niej warstwa rdzenia lub formy ma większą przepuszczalność. Jednoczesne zmniejszenie wytrzymałości tej warstwy, na skutek obniżenia zawartości spoiwa, ułatwia usuwanie rdzeni z odlewów.

W technologii dwuwarstwowych form i rdzeni bardziej korzystny przebieg zapełniania wnęk następuje wówczas gdy ich przekroje zmniejszają się od dołu w kierunku głowicy strzałowej. Zasada ta jest przeciwna do obowiązującej dla rdzeni jednolitych, dla których zaleca się zapełnianie wnęki od strony jej największego przekroju poprzecznego. W omawianej technologii nie zachodzi potrzeba istotnej, w stosunku do konwencjonalnej metody wstrzeliwania rdzeni, zmiany takich parametrów jak ciśnienie robocze, wartość i rozmieszczenie odpowietrzeń oraz czas trwania procesu. Konstrukcja strzałek, charakteryzująca się niezależnym systemem zasilania powietrzem wydzielonych części komory nabojujowej, stwarza znaczne możliwości regulacji parametrów procesu.

Publikacja finansowana w ramach pracy statutowej AGH nr 11.11.170.103

Recenzował: dr hab. Mariusz Holtzer, prof. nadzw.

LITERATURA

1. Dańko J.: Process of Manufacturing of Foundry Cores and Moulds by Means of Blowing Methods. Investigations and Theory. Habil. Dissertation, Scientific Bulletins of University of Mining and Metallurgy – Metallurgy and Foundry Engineering, Bulletin No 145, Cracow 1992.
2. Dańko J.: Technological and Economical Aspects of „Core Shooting”. Proceedings of 34 Annual Convention Bombay, February 1–3, 1985, The Institute of Indian Foundrymen, p. 36–48.
3. Dańko J.: Manufacturing of Two-Layer Cores and Moulds by Means of Sand Shooting Method. Przegląd Odlewnictwa No 4, 1978, p. 86–89.
4. Dańko J.: Procesy dmuchowe w nowoczesnych technologiach wykonywania rdzeni – problemy ekologiczne. III Seminarium Naukowo-Szkoleniowe „Ochrona środowiska w odlewnictwie”, Wydział Odlewnictwa AGH, Kraków 3–4.09.1998, s. 15–23.
5. Dańko J.: Główne i pomocnicze wielkości procesu wytwarzania rdzeni i form metodami dmuchowymi. Polska Akademia Nauk – Komitet Metalurgii. XII Konferencja Sprawozdawcza „METALURGIA'98”. 23 - 26.09. 1998, Krynica, s. 150–151.