

## ALTERNATYWNE ĆWICZENIA LABORATORYJNE

### TECHNOLOGIA WSTRZELIWANIA DWUWARSTWOWYCH FORM I RDZENI

Józef DAŃKO

#### 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 przedmuchiwanie 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 wypełniana 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 nabojoyej maszyny dmuchowej w zależności od jej przeznaczenia. W przypadku adaptacji strzelarki do wykonywania dwuwarstwowych rdzeni (rys. 1), komora nabojoya 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 nabojoyą rozdzieloną przegrodą wzdłuż całej wysokości, w celu rozdzielenia od siebie masy przymodelowej i wypełniającej.

Mechanizm ewakuacji obydwu rodzajów masy z zespolonej komory nabojoyej 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 nabojoyej oraz koncentrycznie w niej usytuowaną warstwę środkową, utworzoną przez masę wypływającą z cylindra wewnętrznego. Schemat ewakuacji masy z dwuczęściowej komory nabojoyej strzelarki przeznaczonej do wypełniania rdzennicy (górną część rysunku) lub skrzyni formierskiej (dolną część rysunku) został przedstawiony na rysunku 1.

#### 3. Podstawy teoretyczne doboru parametrów roboczych procesu

Można obliczyć stosunek powierzchni otworów wylotowych z poszczególnych przestrzeni komory nabojoyej, 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

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

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;  $\text{kg}$ ,

$m_p$  – masa warstwy przymodelowej w formie lub rdzeniu;  $\text{kg}$ ,

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

$\tau_{ew}, \tau_{ep}$  – czas wstrzeliwania odpowiednio dla masy wypełniającej i przymodelowej;  $\text{s}$ .

Całkowitą ilość masy wstrzeloną do przestrzeni technologicznej wyraża wzór

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

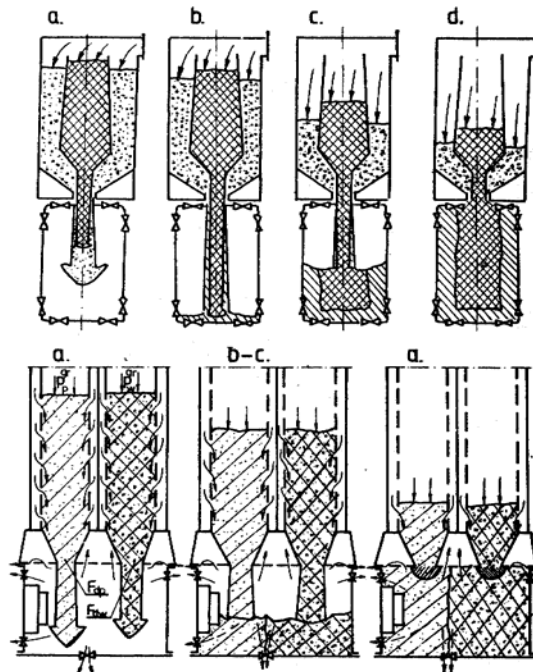
gdzie:  $V_p, V_w$  – objętość warstw masy odpowiednio przymodelowej i wypełniającej;  $\text{m}^3$ ,

$\rho_p$  – średnia gęstość pozorna masy w warstwie zewnętrznej (przymodelowej);  $\text{kg/m}^3$ ,

$\rho_w$  – średnia gęstość pozorna masy w warstwie wypełniającej;  $\text{kg/m}^3$ .

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

$$\frac{f_{1p}}{f_{1w}} = \frac{q_w}{q_p} \cdot \frac{V_p \cdot \rho_p}{V_w \cdot \rho_w} \quad (3)$$



Rys. 1. Schemat faz zapełniania przestrzeni technologicznej przy wytwarzaniu dwuwarstwowych rdzeni i form: a) - faza wstępna, b-c) – faza właściwa procesu zapełniania, d) - faza końcowa.

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

$$\frac{f_{1p}}{f_{1w}} = \frac{q_w}{q_p} \cdot x \quad (4)$$

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

$$\frac{d_{1p}}{d_{1w}} = \sqrt{\frac{q_w}{q_p} \cdot x} \quad (5)$$

#### 4. Realizacja ćwiczeń

Na warstwę przymodelową stosuje się jedną ze znanych mas rdzeniowych, stosowanych w technologii wstrzeliwania rdzeni. Może to być masa:

- utwardzana w następstwie suszenia, zawierające olej lub pokost lniany,
- utwardzana w podgrzewanych rdzennicach i stanowiące typowe masy do technologii hot-box,
- utwardzana w temperaturze otoczenia przez przedmuchiwanie CO<sub>2</sub>, zawierające szkło wodne

Masę wypełniającą sporządza się z piasku kwarcowego o większych ziarnach (np. sprowadzona 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 są z masy, zawierającej jako spoiwo olej lniany, masę wypełniającą może stanowić masa testowa z bentonitem. Stan zagęszczenia masy rdzeniowej ocenia się 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 jest określana metodą pośrednią, za pomocą pomiaru gęstości pozornej masy. Korzysta się przy tym 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.

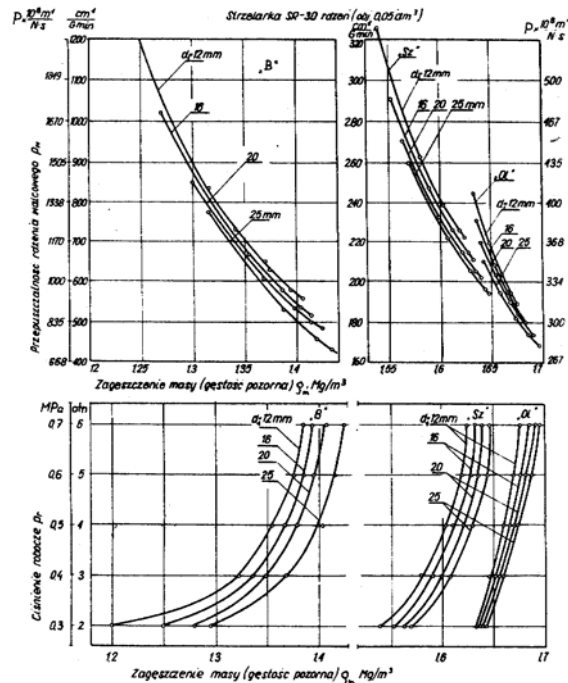
#### 5. Wyniki przykładowych badań

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 naboju, 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 lnianym.

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 wstrzelanie do rdzennicy o wymiarach próbki walcowej (o wymiarach  $\phi 50 \times 50$  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. Jednocześnie 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 strzelarek, charakteryzująca się niezależnym systemem zasilania powietrzem wydzielonych części komory nabojeowej, stwarza znaczne możliwości regulacji parametrów procesu.

**LITERATURA**

1. Dańko J.: Manufacturing of Two-Layer Cores and Moulds by Means of Sand Shooting Method. Przegląd Odlewnictwa No 4, 1978, p. 86 - 89.
2. 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.