

## BADANIA PROTOTYPU FORMIERKI IMPULSOWO-PRASUJĄCEJ

Irena IZDEBSKA-SZANDA, Franciszek PEZARSKI, Wojciech LEŚNIEWSKI  
Instytut Odlewnictwa Kraków

### Wstęp

Opracowana przez Instytut Odlewnictwa – Kraków i Technical – Nowa Sól formierka dwustanowiskowa impulsowa z doprasowaniem FT-65 przeznaczona jest do wykonywania form odlewniczych skrzynkowych z bentonitowych mas formierskich o dużej uniwersalności stosowania połączonej z wysoką jakością formowania.

Formierka ta umożliwia wykonywanie na przemian półform dolnych i górnych w skrzynkach o wymiarach 600x500. Zagęszczanie w nowoopracowanej formierce oparte jest na niskociśnieniowej technologii formowania impulsowego i dogęszczaniu przez prasowanie górnych rejonów półformy.

Wykonaną w metalu formierkę poddano serii prób i badań na stanowisku doświadczalnym. Program prób i badań składał się z trzech części :

Część I to próby i pomiary mechaniczne dotyczące parametrów dynamicznych i kinematycznych formierki. Miały one za zadanie określić jakość ruchów mechanicznych, uzyskiwane czasy poszczególnych operacji formierki i określić wielkość przyspieszania i hamowania decydujących o płynności ruchów.

Część II to pomiary wytrzymałościowe maszyny. Miały one za zadanie określić stan naprężeń występujących w wybranych punktach poszczególnych elementów maszyny i potwierdzić poprawność wykonania maszyny.

Część III to próby i pomiary technologiczne i eksploatacyjne. Jest to część najważniejsza, gdyż wyniki prób technologicznych decydują o przydatności formierki do eksploatacji w odlewni. Badania te obejmowały określenie: wpływu ciśnienia w komorze zaworu impulsowego i nacisków jednostkowych prasowania na stopień zagęszczenia masy w formie, relacji ciśnienia prasowania i ciśnienia powietrza w komorze zaworu impulsowego dla założonego stopnia zagęszczenia, wpływu stopnia spulchnienia masy formierskiej oraz sposobu jej dozowania na jakość zagęszczenia formy, podstawowych parametrów zespołu impulsowego formierki.

## 2. Próby mechaniczne prototypu formierki

W ramach prób mechanicznych przeprowadzono próby płynności ruchów poszczególnych zespołów formierki: kolumny obrotowej z napędem, zespołu oddzielania, podzespołu prasującego w zespole głowicy impulsowo-prasującej

Sprawdzono skok poszczególnych podzespołów, płynność nastaw ciśnień sprężonego powietrza i oleju w układzie hydraulicznym. Przeprowadzono kontrolę pracy blokady podczas operacji oddzielania i centrowanie skrzynek formierskich na zatraskach.

Podczas prób mechanicznych określono czasy trwania poszczególnych czynności, wykonywanych na obu stanowiskach formierki. Czasy poszczególnych operacji przedstawiają się następująco:

### **Mechanizm obrotu stołów**

obróć stołów (czas obrotu kolumny o  $180^{\circ}$ ) 6,5 s

### **Mechanizm oddzielania**

oddzielanie (mechanizm oddzielania w górę) ~ 6,5 s

opuszczanie 4,1 s

### **Mechanizm docisku stołu**

w górę (docisk zestawu formierskiego do głowicy impulsowo-prasującej) 2,8 s

w dół 1,9 s

### **Prasa**

w dół (prasowanie – czas uzależniony od modelu) ~ 4,5 s

w górę ( czas uzależniony od modelu) ~ 3,1 s

### **Impuls**

impuls (czas otwarcia zaworu strzałowego) ~ 0,02 s

czas otwarcia zaworu pilotującego 0,15 s

czas uspokojenia po impulsie ~ 0,2 s

## 3. Próby wytrzymałościowe maszyny

Celem tych badań było określenie zdolności przenoszenia naprężeń w wybranych miejscach maszyny, umożliwiającą ogólną weryfikację obliczeń konstrukcyjnych prototypu impulsowo-prasującej maszyny formierskiej FT-65.

Obliczenia wytrzymałościowe przy projektowaniu formierki wykonane zostały przy założeniu działania obciążeń statycznych pochodzących od ciśnienia wewnętrznego w zbiorniku i powstałych przy prasowaniu. Ze względu na trudności w wyznaczeniu obciążeń dynamicznych, nie określano dokładnej roli jaką odgrywa sam impuls zagęszczający masę. Dlatego w tym celu wykonano statystyczny i dynamiczny pomiar odkształceń formierki przy obciążeniach roboczych.

Pomiar tensometryczny formierki składał się z dwu części. Część pierwszą wstępną stanowił pomiar statyczny obejmujący elementy podlegające odkształceniu przy działaniu sił statycznych pochodzących od: działania ciśnienia wewnętrznego w zbiorniku, docisku wstępnego układu dającego impuls do skrzyń z masą formierską, sił występują-

cych przy prasowaniu. Drugą zasadniczą częścią badań był pomiar dynamiczny całej maszyny obejmujący zarówno odkształcenia pochodzące od sił statycznych jak i impulsu odkształceniowego, powstałe w czasie dynamicznego zagęszczania masy.

Na podstawie przeprowadzonych badań i analizy wyników sformułowano następujące wnioski:

- ❖ Formierka została prawidłowo wykonana, gdyż nie zostały przekroczone założone w projekcie wartości naprężeń.
- ❖ Formierka ma bardzo dobrą sztywność statyczną i dynamiczną i w związku z tym nie stwarza możliwości wzbudzenia drgań własnych.
- ❖ Najsilniej obciążonymi elementami wyposażenia maszyny są skrzynka formierska i płyta pod skrzynką, ale i one mają odpowiedni zapas wytrzymałości.

#### 4. Próby i badania technologiczne

Po próbach mechanicznych i wytrzymałościowych przystąpiono do prób technologicznych. Do wykonywania form stosowana była masa formierska bentonitowa obiegowana z dodatkiem pyłu węglowego o parametrach:

- wilgotność  $W = 3,15 - 3,3 \%$
- wytrzymałość na ściskanie na wilgotno  $R_c^w = 0,098 - 0,107 \text{ MPa}$
- przepuszczalność  $P^w = 250 - 260 \text{ j.p.}$
- zagęszczalność  $Z = 49 - 54 \%$

Formy wykonywane były przy zastosowaniu samego impulsu, samego prasowania i z zastosowaniem impulsu z doprasowaniem. Stopień zagęszczenia masy w formie określany był poprzez pomiar twardości formy (twardościomierz firmy „GF”). Badano również wpływ stopnia spulchnienia masy na jakość wykonywanych form. Równoległe z badaniami zależności stopnia zagęszczenia masy w formie od wielkości impulsu i siły prasy, prowadzono badania podstawowych parametrów zespołu impulsowego formierki. Do sporządzania form zastosowano specjalnie wykonane skrzynki o wymiarach 630x500x150 i płyty modelowe z modelami: korpusu pompy i wentylatora. i schodkowym.

##### 4.1. Badania podstawowych parametrów zespołu impulsowego formierki.

W trakcie prowadzenia prób sporządzania form, przeprowadzono badania parametrów zespołu impulsowego formierki, takich jak: pomiar czasu otwarcia i zamknięcia zaworu głównego, pomiary przebiegu narastania ciśnienia w zbiorniku nad formą oraz spadku ciśnienia w zbiorniku zasilającym. Rejestrowane oscyloskopem, a następnie fotografowane przebiegi pomiarów, pozwoliły na określanie korelacji czasowych wybranych parametrów. Uzyskiwane dane pozwalały na bieżącą ocenę i regulację parametrów pracy podzespołów formierki.

Prowadzono między innymi pomiar czasu otwarcia zaworu strzałowego – (Zawór strzałowy uruchamiany jest przez wypuszczenie sprężonego powietrza ze zbiornika nad

membraną przez zawór pilotujący). Prowadzono również pomiary całkowitego czasu otwarcia zaworu – (Podczas otwarcia zaworu strzałowego w krótkim momencie czasu następuje proces wykonywania formy. Zamknięcie zaworu następuje poprzez napełnienie zbiornika nad membraną przez sprężone powietrze dostarczane przez sieć zasilającą). Pomiary wykonane dla maksymalnej wartości ciśnienia powietrza w zbiorniku zasilającym (0,6 MPa) pozwalają obliczyć następujące parametry:

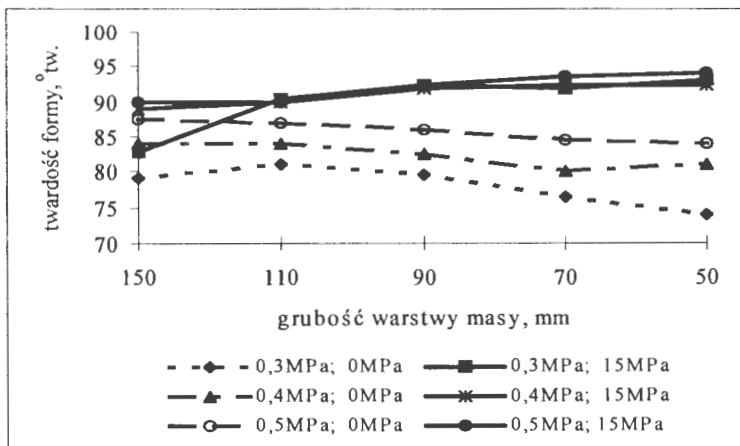
- ❖ czas otwarcia zaworu – 12,8 ms,
- ❖ impuls formujący – 35 MPa/s.,
- ❖ spadek ciśnienia w zbiorniku zasilającym – 0,12 MPa,
- ❖ zużycie powietrza na wykonanie połówki formy ok– 0,6 nm<sup>3</sup>

#### 4.2. Badania zależności stopnia zagęszczenia masy w formie od ciśnienia w komorze zaworu impulsowego i nacisków jednostkowych prasowania

Pierwsze próby zagęszczania prowadzono z zastosowaniem samego impulsu (dla ciśnień w komorze zaworu impulsowego od 0,15 do 0,6 MPa) i samej prasy (dla ciśnień medium hydraulicznego prasy od 5 do 20 MPa). Kolejnym etapem badań były pomiary formowania impulsowego z doprasowaniem.

Wykres 1. Stopień zagęszczenia masy w formie w zależności od ciśnienia w komorze zaworu impulsowego ze stałym doprasowaniem

Graph 1. Sand compaction ratio in mould vs pressure in impulse valve chamber at constant squeezing levels



Na wykresie 1 przedstawiono przykładowo zmiany stopnia zagęszczenia masy w zależności od ciśnienia w komorze zaworu impulsowego bez doprasowania i ze stałym doprasowaniem 15,0 MPa.

Na podstawie wyników badań stopnia zagęszczenia masy w strefie przymodelowej można stwierdzić, że zadowalające wyniki uzyskuje się stosując wysokie ciśnienie me-

dium hydraulicznego prasy przy niskim ciśnieniu w komorze zaworu impulsowego, lub wysokie ciśnienie w komorze zaworu impulsowego przy niskim ciśnieniu medium hydraulicznego prasy. Doboru tych wartości należy dokonywać indywidualnie dla każdego modelu.

Pomiary twardości formy uwzględniające stopień skomplikowania modelu wykazały, że im większy stopień skomplikowania modelu i im większe różnice w wysokości poszczególnych elementów umieszczonych na płycie modelowej, tym ważniejszy staje się czynnik działania impulsu, tzn. należy wówczas stosować większe ciśnienie w komorze zaworu impulsowego przy mniejszej sile prasy.

#### 4.3. Badanie wpływu stopnia spulchnienia masy formierskiej na jakość zagęszczenia formy

Celem pracy było przeprowadzenie badań wpływu stanu masy na uzyskiwany stopień zagęszczenia masy od impulsu pneumatycznego.

Na podstawie zamieszczonych w tablicy 1 wyników badań można stwierdzić, że spulchniona masa pozwala na lepsze odwzorowanie skomplikowanych kształtów.

Tablica 1. Pomiary stopnia zagęszczenia masy w strefie przymodelowej w zależności od stopnia spulchnienia masy formierskiej

Table 1.

L p	Stopień spulchnienia	ciśn. w komorze zaworu impuls	Cisn. medium hydraulic. prasy	Twardość formy na powierzchni odwzorowania K [°tw] w punktach						Uwagi, obserwacje
				-na pow. płaskich			na pow. wewnętrznych			
		MPa	MPa	1	2	3	4	5	6	
1	Masa nie przesiana	0,43		74	75	80	69	65	63	oberwania na zębach
2	Masa nie przesiana	0,43	15,0	77	80	83	72	70	70	zębra dobrze odwzorowane
3	Masa słabo przerobiona, bez przesiania	0,45	-	74	76	78	X	X	58/X	niedoformowania na krawędziach wewn., powierzchnia bardzo porowata
4	Masa spulchniona, sito na skrzynce	0,45	-	79	80	84	74	75	77	zębra dobrze odwzorowane.
5	Masa spulchniona, sito na skrzynce	0,46	150	81	83	86	79	80	82	zębra dobrze odwzorowane.

Z porównania serii 3 – masa zbrylona, bez spulchnienia i przesiania i 5 – masa

spulchniona, przesiana wprost do formy, wynika, że tam gdzie kształty i powierzchnie są proste – nie ma znaczących różnic w wysokości twardości, a w trudno dostępnych miejscach i elementach skomplikowanych (takich jak zębra) przy masie nie spulchnionej twardości są niższe, powierzchnia jest bardziej porowata i występują oberwania fragmentów formy.

Potwierdzenie uzyskały znane z literatury zalecenia, związane ze stopniem spulchnienia masy. W przypadku wykonywania form z masy przesianej przez sito, wartości twardości i gęstości były większe w porównaniu do masy bezpośrednio dozowanej.

## 5. Podsumowanie

Próby i badania potwierdziły słuszność założeń do budowy prototypu. Formierka FT-65 spełnia założone parametry techniczne i technologiczne. Jej najważniejsze zalety, to:

- przemienne wykonywanie półformy dolnej i górnej,
- szeroka uniwersalność zastosowania (dla różnych modeli) i prosta obsługa,
- doprasowanie, a tym samym umocnienie górnej powierzchni półform,
- duża jednorodność zagęszczania w całej objętości formy,
- płynna regulacja ciśnienia statycznego impulsu i siły prasowania,
- płynna regulacja prędkości oddzielania,
- niskie zużycie sprężonego powietrza,
- niski poziom hałasu.

## Literatura

- [1] Biedacha R.: „Prototyp formierki impulsowej dla form o wymiarach 500x600 mm”. Prace Instytutu Odlewnictwa, nr 1–2, 1992, s. 93–104.
- [2] Domżał R. i in.: „Wybrane badania impulsowego zagęszczania mas formierskich” – Mat. Konfer. ”Krzepnięcie metali i stopów”, PAN-Oddział Katowice, nr 33, 1997, s. 271–277.
- [3] Biedacha R.: „Próby i badania prototypu agregatu formierskiego – impulsowego AFJ-86” – Praca badawcza Instytutu Odlewnictwa, zlec.4338, 1997.
- [4] Smyksy K.: „Wybrane aspekty formowania impulsowego” – II konferencja Odlewnicza –Technical’99 „Nowoczesne techniki formowania”, Mat. Konf., s. 19–30.
- [5] Pezarski F. i in.: „Analiza wyników badań i prób nowej formierki impulsowo-prasującej FT-65” – II konferencja Odlewnicza –Technical’99 „Nowoczesne techniki formowania”, Mat. Konf., s. 53–66.

Recenzował: dr hab. inż. Andrzej Białobrzeski, prof. nadzw.