

## POMIAR WILGOTNOŚCI MATERIAŁÓW SYPKICH METODĄ IMPULSOWĄ

T. MIKULCZYŃSKI<sup>1</sup>, R. WIĘCŁAWEK<sup>2</sup>

Politechnika Wrocławska, Instytut Technologii Maszyn i Automatykacji,  
ul Łukasiewicza 5, 50-371 Wrocław

### STRESZCZENIE

Zaprezentowano nową, impulsową metodę pomiaru wilgotności materiałów sypkich. Opisano również prototyp automatycznego urządzenia do pomiaru wilgotności materiałów sypkich metodą impulsową. Zamieszczono wyniki pomiarów wilgotności metodą impulsową dla wybranych materiałów: masy formierskiej oraz gruntu.

*Keywords: moulding sand, soil, impulse method, humidity, measurement*

### 1. WSTĘP

W Laboratorium Podstaw Automatykacji Instytutu Technologii Maszyn i Automatykacji Politechniki Wrocławskiej została opracowana nowa, impulsowa metoda pomiaru wilgotności materiałów sypkich [1,2,3,4].

W ocenie wilgotności materiałów sypkich metodą impulsową jest wykorzystywana zależność  $p_{max}=f(W)$ , która przedstawia korelację: maksymalna wartość ciśnienia w komorze powrotnej napędu głowicy dynamicznie prasującej, którego zmiana następuje podczas prasowania próbki badanego materiału – wilgotność materiału sypkiego.

Do podstawowych zalet opracowanej metody pomiaru wilgotności materiałów sypkich należy :

- krótki czas pomiaru, wynoszący ok.5s,
- duża dokładność pomiaru, wynosząca  $\pm 0,3$  % H<sub>2</sub>O, a dla niektórych rodzajów materiałów nawet  $\pm 0,15$  % H<sub>2</sub>O.

<sup>1</sup> prof. dr hab. inż., [tadeusz.mikulczynski@pwr.wroc.pl](mailto:tadeusz.mikulczynski@pwr.wroc.pl)

<sup>2</sup> dr inż., [rafal.wieclawek@pwr.wroc.pl](mailto:rafal.wieclawek@pwr.wroc.pl)

Stwierdzone zalety metody impulsowej skłoniły do opracowania i wykonania prototypu automatycznego urządzenia przeznaczonego do pomiaru wilgotności materiałów sypkich. Prototyp został wykonany przez Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Elementów i Układów Pneumatyki w Kielcach.

Poniżej zostanie zaprezentowany prototyp urządzenia do pomiaru metodą impulsową wilgotności materiałów sypkich, oraz wyniki badań wybranych materiałów.

## 2. URZĄDZENIE DO POMIARU WILGOTNOŚCI

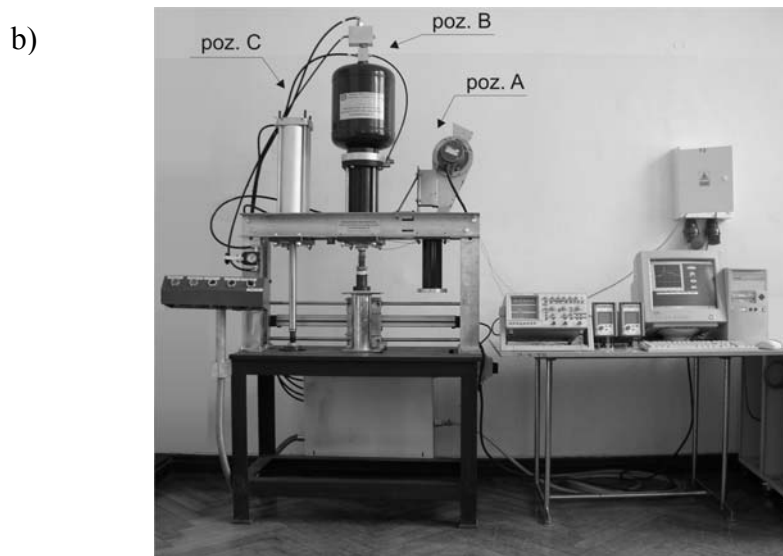
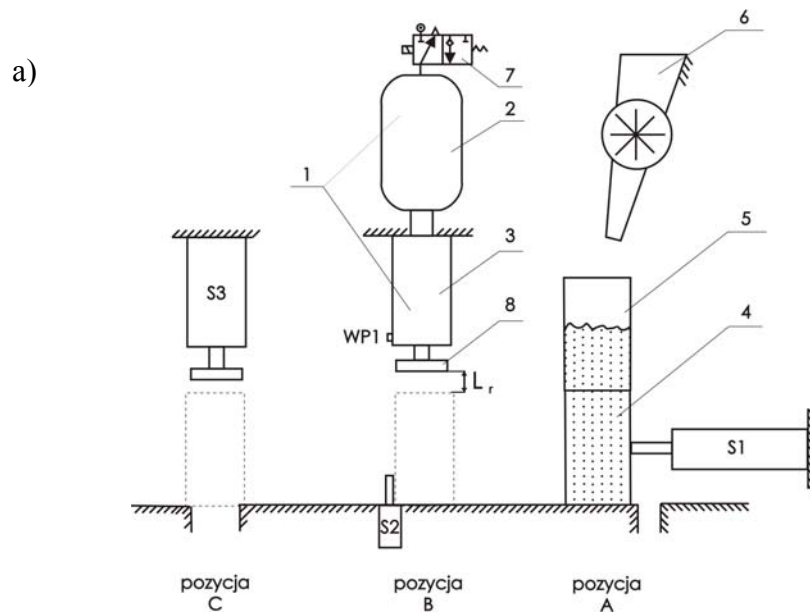
Na rysunku 1 pokazano schemat oraz widok ogólny urządzenia do pomiaru wilgotności materiałów sypkich metodą impulsową. Urządzenie jest zbudowane z następujących podzespołów:

- głowicy do dynamicznego prasowania masy (1), zbudowanej ze zbiornika akumulacyjnego (2) i szybkiego napędu pneumatycznego (3),
- tulei pomiarowej (4),
- tulei nadmiarowej (5),
- spulchniarki (6),
- zaworu rozdzielającego (7),
- stopki prasującej (8),
- napędów pneumatycznych S1, S2 i S3.

Zasada działania urządzenia jest następująca: w pozycji A materiał sypki, po spulchnieniu, jest kierowany do tulei nadmiarowej a stamtąd do tulei pomiarowej. Tuleja pomiarowa, z zadozowaną próbką materiału, jest przemieszczana do pozycji B, w której następuje rozpoczęcie cyklu pomiarowego wilgotności masy. Przebieg realizacji cyklu pomiarowego jest następujący: podanie napięcia zasilającego na cewkę zaworu rozdzielającego powoduje jego przesterowanie. Zmiana położenia zaworu powoduje nagłe (gwałtowne) otwarcie wylotu zbiornika akumulacyjnego głowicy prasującej i duże przyspieszenie tłoka tłoczyska i stopki prasującej szybkiego napędu pneumatycznego. Podczas prasowania próbki badanego materiału sypkiego układ pomiarowy rejestruje maksymalną wartość ciśnienia w komorze powrotnej szybkiego napędu pneumatycznego. Gdy wskaźnik położenia WP1 zasygnalizuje dolne położenie tłoczyska siłownika, następuje przerwanie zasilania cewki zaworu rozdzielającego i samoczynny powrót tłoczyska siłownika i stopki prasującej do pozycji wyjściowej. Po wycofaniu tłoczyska siłownika i zwolnieniu blokady tuleja pomiarowa jest przemieszczana do pozycji C, w której zagęszczony materiał jest z niej wybijany za pomocą siłownika S3. Po powrocie tłoczyska siłownika S3 do pozycji wyjściowej tuleja pomiarowa jest przemieszczana do położenia wyjściowego.

Urządzenie zostało wyposażone w układ pomiarowy przeznaczony do pomiarów ciśnienia w komorze powrotnej szybkiego napędu głowicy do dynamicznego prasowania próbek badanych materiałów sypkich.

Do oceny wilgotności jest wykorzystywana zależność  $p_{\max}=f(W)$ , reprezentująca maksymalną wartość ciśnienia w komorze powrotnej napędu szybkiego w funkcji wilgotności materiału sypkiego.



Rys. 1. Urządzenie do pomiaru wilgotności materiałów sypkich metodą impulsową: schemat (a) i widok ogólny (b)

Fig. 1. Equipment for humidity measurement of moulding sand with impulse method: diagram (a) and general view (b) of the prototype

### 3. WYNIKI BADAŃ

Poniżej przedstawiono wyniki badań, stanowiące podstawę do wyznaczenia charakterystyki wzorcowej, przeprowadzonych dla masy formierskiej z bentonitem Geco oraz dla gruntu. Badania realizowano przy następujących ustawieniach:

- ciśnienie w zbiorniku akumulacyjnym: 0,6 MPa,
- tuleja pomiarowa: Ø80x200mm
- droga rozbiegu: 20 mm.

#### 3.1 Charakterystyka wzorcowa masy formierskiej

Do badań używano masę formierską o następującym składzie:

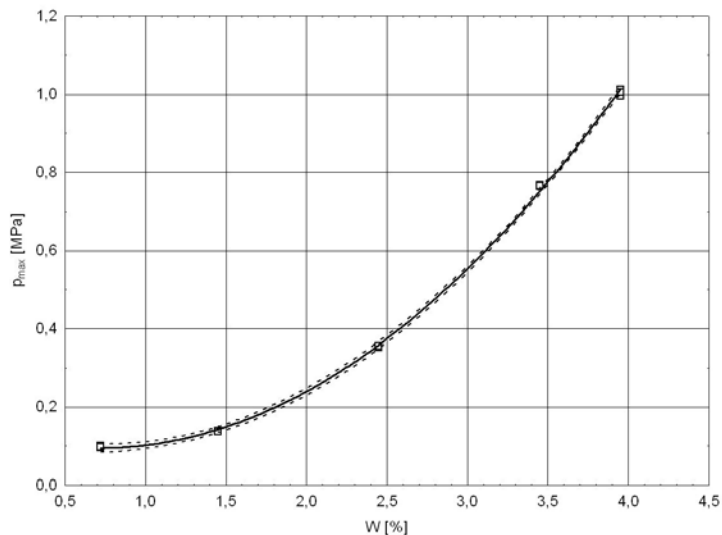
- piasek kwarcowy-92,5%,
- bentonit Geco-6%,
- nośnik węgla -1,5%.

Zależność  $p_{\max}=f(W)$  dla masy formierskiej z bentonitem Geco pokazano na rys. 2. Prezentowaną zależność można aproksymować wielomianem

$$p_{\max}=0,1395-0,1253x+0,0877x^2 \quad (1)$$

który obowiązuje w zakresie wilgotności  $W=0,7-3,9\% \text{ H}_2\text{O}$ .

Na rysunku 2 zamieszczono także granice przedziału ufności, określone na poziomie 95%. Graniczny błąd pomiaru wilgotności masy formierskiej z bentonitem Geco wynosi  $\pm 0,15\% \text{ H}_2\text{O}$



Rys. 2. Zależność  $p_{\max}=f(W)$  dla masy formierskiej z 6% bentonitu Geco  
Fig. 2. Relationship  $p_{\max}=f(W)$  for moulding sand with 6% of Geco bentonite

### 3.2 Charakterystyka wzorcowa gruntu

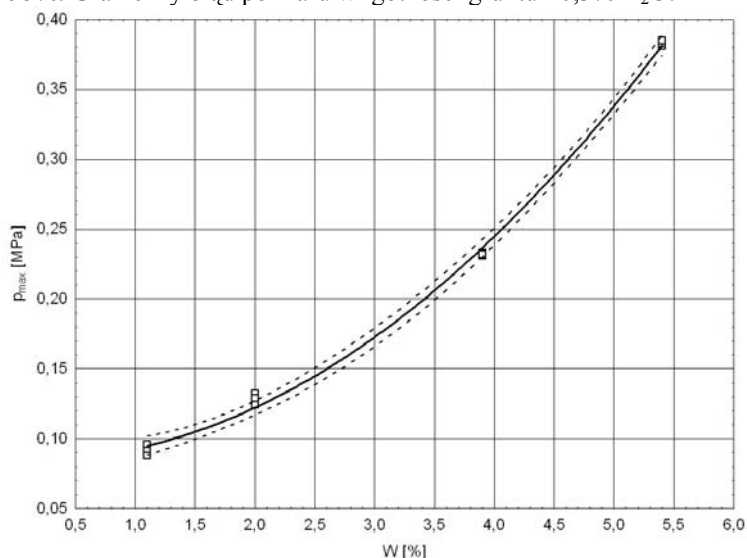
Do badań używano próbkę pobraną z przypowierzchniowej warstwy gruntu z okolic Wrocławia. Z pobranego materiału usunięto części organiczne oraz elementy o średnicy większej niż 2mm. Próbki o określonej wilgotności przygotowywano w laboratoryjnej mieszarce krążnikowej.

Na rysunku 3 pokazano zależność  $p_{\max}=f(W)$  obowiązującą dla badanego gruntu. Prezentowaną zależność można aproksymować wielomianem

$$p_{\max} = 0,0853 - 0,003x + 0,0107x^2 \quad (2)$$

który obowiązuje w zakresie wilgotności  $W=1,1-5,4\%$   $H_2O$ .

Na rysunku 3 zamieszczono także granice przedziału ufności, określone na poziomie 95%. Graniczny błąd pomiaru wilgotności gruntu  $\pm 0,3\%$   $H_2O$ .



Rys. 3. Zależność  $p_{\max}=f(W)$  dla gruntu  
Fig. 3. Relationship  $p_{\max} = f(W)$  for soil

### 4. ZAKOŃCZENIE

Zaprezentowano nową metodę pomiaru wilgotności materiałów sypkich oraz automatyczne urządzenie do pomiarów wilgotności tą metodą. Zamieszczone wyniki badań wykazały, że do oceny wilgotności można wykorzystać pomiar maksymalnej wartości ciśnienia w komorze powrotnej głowicy prasującej podczas dynamicznego prasowania próbki materiału i odczytanie wilgotności badanego materiału z charakterystyki wzorcowej  $p_{\max}=f(W)$ . Opracowana metoda pomiaru wilgotności

charakteryzuje się bardzo krótkim czasem pomiaru oraz dużą dokładnością wyników pomiaru. Zaprezentowane wyniki badań świadczą, że metoda impulsowa może mieć zastosowanie w warunkach przemysłowych do pomiaru wilgotności różnego rodzaju materiałów sypkich, w tym także materiałów, dla których nie opracowano, jak dotąd, wystarczająco dokładnych i szybkich metod.

## LITERATURA

- [1] Mikulczyński T., Samsonowicz Z., Więclawek R.: *Nowa metoda pomiaru wilgotności mas formierskich*. Arch. Odlew. 2002, R. 2, nr 5, s. 93-99
- [2] Barycki J., Mikulczyński T., Wiatkowski A., Więclawek R.: *Koncepcja automatycznego urządzenia do pomiaru wilgotności mas formierskich metodą impulsową*. W: *Odlewnictwo XXI wieku - technologie, maszyny i urządzenia odlewnicze*. VII Konferencja Odlewnicza Technical 2004. Biuletyn konferencyjny. Wydział Odlewnictwa AGH w Krakowie. Nowa Sól, 03.06.-04.06.2004. [B.m.: b.w. 2004] s. 113-118,
- [3] Mikulczyński T., Więclawek R., Polański J., Ślufarski R.: *Wpływ zawartości lepiszcza i wybranych dodatków na pomiar wilgotności masy formierskiej metodą impulsową*. Arch. Odlew. 2004, R. 4, nr 12 s. 53-58
- [4] Barycki J., Mikulczyński T., Nowak D., Wiatkowski A., Więclawek R.: *Prototyp urządzenia do pomiaru wilgotności mas formierskich metodą impulsową*. Arch. Odlew. 2004, R. 4, nr 14 s. 40-45

## LOOSE MATERIAL HUMIDITY MEASUREMENT BY IMPULSE METHOD

### SUMMARY

A new impulse method of loose material humidity measurement is presented and prototype automatic equipment for humidity measurement using impulse method is described. Results of humidity measurements for selected materials, moulding sand and soil, are included.

Recenzował: Prof. Zdzisław Samsonowicz