

Wojciech TARASIUK*, **Bazyli KRUPICZ****

DOŚWIADCZALNE OKREŚLENIE ROZKŁADU NACISKÓW BOCZNYCH W FORMIE PODCZAS ZAGĘSZCZANIA MIESZANKI WAPIENNO- -PIASKOWEJ

**EXPERIMENTAL DETERMINATION OF SIDE PRESSURE
DISTRIBUTION IN FORMS DURING THE COMPACTION
PROCESS OF LIME-SAND MIXTURE**

Słowa kluczowe:

zagęszczanie, rozkład, naciski

Key words:

consolidation, distribution, pressure

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczące nacisków bocznych podczas zagęszczania mieszanki wapienno-piaskowej na ścianki formy

* mgr inż., Politechnika Białostocka, Wydział Mechaniczny, e-mail:
w.tarasiuk@pb.edu.pl, tel. (085) 746-93-14.

** dr hab. inż. prof. nzw. PB, Politechnika Białostocka, Wydział Mechaniczny, e-mail:
b.krupicz@pb.edu.pl, tel. (085) 746-93-05.

o przekroju kołowym. Do tego celu wykorzystano stanowisko wyposażone w czujniki tensometryczne na różnych wysokościach formy. Uzyskane wyniki badań pozwoliły na dobór modelu tarcia.

WPROWADZENIE

Podczas produkcji wyrobów silikatowych pojawia się wiele problemów eksploatacyjnych. Jednym z nich jest problem zużywania się opłytowania form służących do produkcji cegieł. Aby poznać problem, poddano badaniom opłytowanie form wycofane z eksploatacji. Z analizy uzyskanych danych wynika, że istnieją pewne charakterystyczne miejsca, szczególnie narażone na szybkie zużycie [L. 1]. Miejsca te znajdują się blisko górnego położenia tłoka prasy. Wskazuje to na nierównomierny rozkład nacisków bocznych na wysokości formy. Dowodem tego są wyniki badań nasiąkania i wytrzymałości na ściskanie, jakie zostały przeprowadzone na wytypowanej do tego celu cegle silikatowej 3NFD [L. 2]. Modele tarcia [L. 3] uwzględniające ośrodki sypkie pozwalają na obliczenie rozkładu nacisków bocznych występujących na wysokości płyt formy. Analizie poddano następujące modele rozpatrywane w pracach dotyczących analizy sił tarcia w procesie zagęszczania ośrodków sypkich [L. 3, 4, 5]:

– model Coulomba

$$p_r(z) = \xi_c \cdot p_a \cdot e^{-\frac{4 \cdot f \cdot \xi(h-z)}{D}} \quad (1)$$

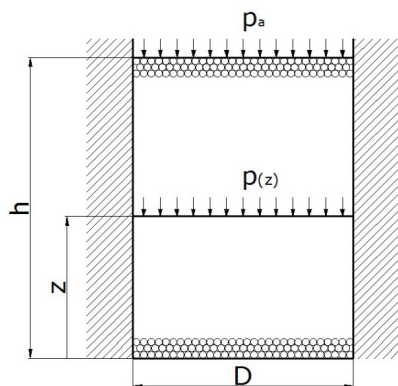
gdzie: p_a – ciśnienie prasowania pod tłokiem ($z = h$), f – współczynnik tarcia między płytą formy i ośrodkiem zagęszczanym, $\xi_c = \frac{p_r}{p(z)}$ – współczynnik proporcjonalności między siłą nacisku bocznego p_r i ciśnieniem prasowania $p(z)$, h – wysokość formy, D – średnica formy,

– model Prandtla-Ziebela

$$p_r(z) = \xi_{pz} \cdot p_a - \frac{4 \cdot \mu \cdot \sigma_s}{D} \cdot (h - z) \quad (2)$$

gdzie: μ – współczynnik tarcia Ziebela, ξ_{p-z} – współczynnik proporcjonalności dla prawa Prandtla-Ziebela, σ_s – granica plastyczności materiału przy ścisaniu.

Schemat obliczeń przedstawiono na **Rys. 1**.

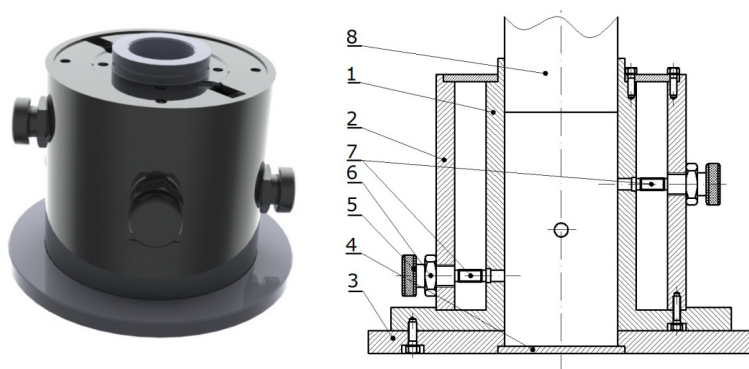


Rys. 1. Schemat obliczeniowy: p_a – ciśnienie prasowania ($z = h$), $p(z)$ – ciśnienie na wysokości z , h – wysokość próbki po zagęszczeniu, D – średnica formy

Fig. 1. Scheme calculation: p_a – moulding pressure, $p(z)$ – pressure-dependent height, h – concentrated lime-sand mixture height, D – diameter form

BADANIA DOŚWIADCZALNE

W celu weryfikacji modeli tarcia (1) i (2) zbadano rozkład nacisków bocznych $p_r(z)$ na ścianki formy. Badanie przeprowadzono na stanowisku przedstawionym na **Rys. 2**.

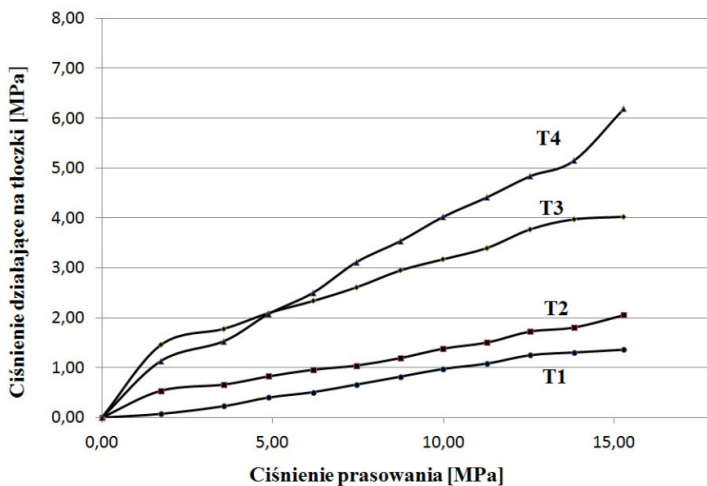


Rys. 2. Schemat stanowiska do badań rozkładu nacisków bocznych: 1 – tuleja cylindryczna, 2 – tuleja oporowa, 3 – płyta podstawy, 4 – dno formy, 5 – śruba dociskowa, 6 – nakrętka ustalająca, 7 – mostki tensometryczne, 8 – tłok

Fig. 1. Scheme stand of side pressure distribution in forms: 1 – cylindrical sleeve, 2 – retaining sleeve, 3 – base plate, 4 – bottom, 5 – binding screw, 6 – nut fixing, 7 – strain gauges, 8 – piston

Wysokość próbki po zagęszczeniu wynosiła 10 cm. Pomiaru nacisku bocznego dokonano na wysokości 3, 5, 7 i 9 cm. Na tych wysokościach umieszczono tłoczki (**Rys. 2**) z naklejonymi tensometrami elektrooporowymi. Kalibrację tłoczków przeprowadzono na maszynie wytrzymałościowej MTS 322.

Do badań przygotowano mieszanekę wapienno-piaskową o maksymalnej ziarnistości 1,02 mm. Zagęszczanie odbyło się z prędkością 0,5 kN/s do uzyskania maksymalnej siły 30 kN. Do odczytu wartości z mostków tensometrycznych użyto wzmacniacza i systemu Spider 8. Otrzymane parametry z maszyny wytrzymałościowej i systemu Spider zsynchronizowano i na ich podstawie wyliczono ciśnienia działające na ścianki formy. Na **Rys. 3** przedstawiono przebieg ciśnienia panującego w tłoczkach w zależności od ciśnienia prasowania. Różnica wartości ciśnienia bocznego uzyskanego na tłoczku znajdującym się przy dnie i przy tłoku prasującym wynosiła około 80%. Największe ciśnienie panowało przy tłoku i systematycznie spadało wraz z wysokością formy.

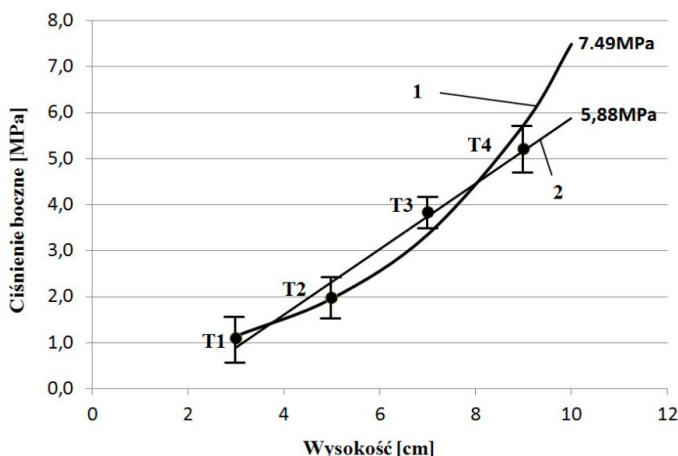


Rys. 3. Zależność nacisku na ścianki boczne od ciśnienia prasowania na następujących wysokościach: T1 – 3 cm, T2 – 5 cm, T3 – 7 cm, T4 – 9 cm

Fig. 2. Dependence side pressure from moulding pressure on heights for: T1 – 3 cm, T2 – 5 cm, T3 – 7 cm, T4 – 9 cm

Na **Rys. 4** przedstawiono dane doświadczalne ciśnienia bocznego wraz z odchyleniem standardowym, uzyskane na różnych wysokościach formy. Linie ciągłe opisują odpowiednio model Coulomba (1) i Prandtla-

-Ziebela (2). Przebieg krzywych (1) i (2) wyznaczono metodą najmniejszych kwadratów.



Rys. 4. Zależność ciśnienia bocznego od wysokości wg prawa Coulomba i Prandtla-Ziebela oraz punkty doświadczalne wraz z odchyleniem standardowym
 Fig. 4. Dependence side pressure of the height according to models Coulomb, Prandtl-Ziebel and experimental points with standard deviation

Analiza danych na **Rys. 4** wskazuje, że dla opisu danych doświadczalnych w strefie oddalonej od tłoka (punkty T1 i T2) ma zastosowanie model tarcia Coulomba, a w strefie położonej bliżej tłoka (punkty T3, T4) – model tarcia Prandtla-Ziebela.

Zależności odpowiadające modelom tarcia Coulomba (1) i Prandtla-Ziebela (2) wyprowadzono przy założeniu proporcjonalności ciśnienia bocznego p_r od ciśnienia prasowania, tj. $p_r = \xi \cdot p$ [L. 7] i stałej jego wartości na wysokości formy. Współczynniki ξ_c i ξ_{pz} wyznaczono na podstawie danych $p_r(h)$ odpowiadających modelom Coulomba i Prandtla-Ziebela oraz ciśnienia $p_a(z = h)$, tj.

$$\xi_c = \frac{p_{rc}(h)}{p_a} = \frac{7,49}{15,28} = 0,49 \quad (3)$$

$$\xi_{pz} = \frac{p_{rc}(h)}{p_a} = \frac{5,88}{15,28} = 0,38 \quad (4)$$

Przedstawione wyniki dotyczą mieszanki o maksymalnej ziarnistości 1,02 mm.

WNIOSKI

- ✓ badania doświadczalne potwierdzają spadek nacisków bocznych na wysokości formy; są one wynikiem obniżania się ciśnienia prasowania wraz z odległością od tłoka,
- ✓ modele tarcia Coulomba i Prandtla-Ziebela, brane osobno, niezbyt dokładnie opisują rozkład ciśnienia na całej wysokości formy. Ciśnienie boczne odpowiadające górnej części formy lepiej można opisać na podstawie modelu tarcia Prandtla-Ziebela, natomiast w części dolnej (przy dnie formy) – na podstawie modelu Coulomba.

LITERATURA

1. Tarasiuk W., Krupicz B., Analiza właściwości materiałów stosowanych na płyty form cegły silikatowej, Acta Mechanica et Automatica, vol. 3, no. 1, 2009.
2. Tarasiuk W., Krupicz B., Analiza zużycia płyt formy cegły wapienno-piaskowej, Tribologia nr 4, 2008.
3. Tarasiuk W., Krupicz B., Analiza sił tarcia w procesie zagęszczania mieszanki wapienno-piaskowej, Tribologia nr 3, 2009.
4. Mroz Z., Stupkiewicz S., Constitutive model of adhesive and ploughing friction in metal-forming processes., Int. J. Mech. Sci. Vol. 40. No. 2–3, s. 281–303.
5. Друянов Б.А., Прикладная теория пластичности пористых тел, машиностроение, 1989.
6. Demianiuk L., Analiza współczynnika tarcia w roboczym układzie brykietującem, Maszynoznawstwo, Nr 11/12 – 2004, s. 46–50.
7. Борсуков В., Крупич Б., Трибомеханика дисперсных материалов, технологические приложения, Монография, Гродно 2004.

Badania wykonano w ramach grantu promotorskiego G/WM/1/2010

Recenzent:
Witold PIEKOSZEWSKI

Summary

The paper presents the results of studies on pressures exerted by the compaction process of lime-sand mixture on the side-wall of circular forms. For this purpose, a stand was equipped with strain gauges placed at different form heights was used. The results will make it possible to choice an appropriate friction model.