

WPLYWU DRGAŃ NA GEOMETRIĘ OTWORU LEJA PODCZAS ROZŁADUNKU DROBNEGO MATERIAŁU SYPKIEGO

Nadiia MAHERUS¹, Yuriij SHOLOVIJ²

¹ Katedra Robotyki i Zintegrowanych Technologii Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Narodowy "Politechnika Lwowska", Lwów, ul. Profesorska, 1, Ukraina
e-mail: maherusn@gmail.com

² Katedra Robotyki i Zintegrowanych Technologii Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Narodowy "Politechnika Lwowska", Lwów, ul. Profesorska, 1, Ukraina
e-mail: j-sholov@ukr.net

Bunkry i zbiorniki magazynowe znajdują szerokie zastosowanie w układach technologicznych pakowania i przetwarzania produktów sypkich. Jednak to w studniach rozładunkowych najczęściej problemów pojawia się w procesie rozładunku lejów zasypowych, zwłaszcza przy pracy z drobnymi materiałami sypkimi (MS). Wiele badań wykazało, że zachowanie MS podczas wypływu z lejów jest bezpośrednio związane z jego stanem naprężeń wewnątrz zbiornika, który zależy od właściwości fizycznych i mechanicznych MS, a także parametrów geometrycznych leja. Zastosowanie dynamicznego działania wibracji, które niszczy wiązania między cząstkami produktu, zmienia jego stan naprężenia, a tym samym poprawia płynność, jest jedną ze skutecznych metod usprawnienia procesu wycieku MS [1]. Ustalono, że zachowanie się MS w warunkach zaburzeń drgań w obecności warstwy upłynnionej wibracyjnie produktu jest zdeterminowane podstawowymi prawami wycieku grawitacyjnego [2].

Przy projektowaniu lejów do MS drobnych należy zapewnić gwarantowany wyciek MS z wylotów podczas ich rozładunku. W tym celu przeprowadzono symulację procesu wycieku z wykorzystaniem drgań stożkowego otworu wylotowego leja samowyladowczy. Stosując jedną z metod badania zachowania MS, a mianowicie analizę stanu naprężeń warunkowo stacjonarnej warstwy wyrobu, równanie równowagi sił w sklepieniu, które pozwala wyznaczyć maksymalną średnicę otworu wylotowego D , co zapewnia ciągły wyciek MS:

$$D = \frac{4 \cdot (\tau_0 \cdot \delta + 0,5 \cdot \sigma'_1 \cdot \sin(2\delta) \cdot \sin(\delta) \cdot \pi \cdot f)}{f \cdot \sin(\delta) \cdot \rho \cdot \pi \cdot (g + A \cdot \omega^2)},$$

gdzie τ_0 - jest początkowa odporność na ścinanie MS pod działaniem obciążenia stycznego; $\delta = \Theta + \Phi'$; Θ - kąt nachylenia ścianek lejka do pionu; Φ' - kąt tarcia MS do ściany leja zasypowego; σ'_1 - napięcie swobodnego wycieku; f - współczynnik tarcia wewnętrznego MS; A , ω - parametry wibracji; ρ - gęstość nasypowa produktu.

W oparciu o symulację uzyskano zależności graficzne w celu zbadania wpływu wymiarów geometrycznych leja wyladowczego oraz właściwości dozowanego produktu na wyciek materiału. Na podstawie wyników tych symulacji można stwierdzić, że przy braku drgań otworu wylotowego leja, wzrost kąta jego ścianek prowadzi do konsolidacji MS w strefie przecieku i zwiększenia średnicy leja. Jednak zastosowanie wibracji może znacznie zmniejszyć średnicę wylotu otworu.

Słowa kluczowe: lej rozładunkowy, dozowanie materiału sypkiego, wibracja.

BIBLIOGRAFIA

- [1] K. Hashemnia, S. Pourandi, Study the effect of vibration frequency and amplitude on the quality of fluidization of a vibrated granular flow using discrete element method, Powder Technology, 327 (2018) 335-345. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2017.12.097>.
- [2] T. Kollmann, "Vibration-induced flow of fine-grain, cohesive powders", Ph.D. dissertation, Department Process and system technology, Otto Von Guericke University Magdeburg, Magdeburg, 2002. <http://dx.doi.org/10.25673/4802>.