

SŁAWOMIR OBIDZIŃSKI

Wydział Mechaniczny, Politechnika Białostocka, Białystok

Specjalny czujnik pomiarowy do określenia stanu obciążeń w układzie roboczym granuladora

Wstęp

Proces zagęszczania materiałów pochodzenia roślinnego jest procesem wysoce energochłonnym. Energochłonności jednostkowej procesu może osiągać wartości powyżej 60 kWh/t. Wysoką energochłonność jednostkową procesu realizowanego przy niewielkich wydajnościach należy ocenić jako typową dla niewielkich, a zarazem uniwersalnych urządzeń granulujących. Potwierdzają to także zespołowi producenci granulatorów (np. Kahl, Van Aarsen itp.).

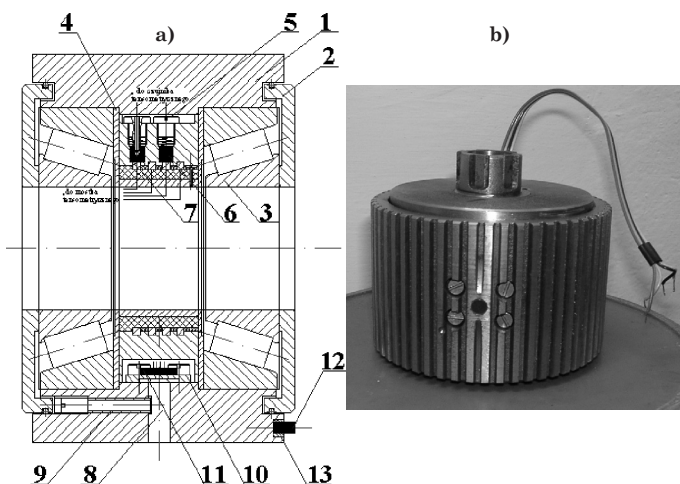
Metodyka badawcza

Do badań wykorzystano mieszanek paszową *DK-Finisz* o wilgotności 16%.

Badania przeprowadzono w skali technicznej na stanowisku SS-2, którego, głównym elementem jest granulator PD-1 firmy TESTMER z matrycą pierścieniową. Stanowisko SS-2 pozwala na jednoczesny pomiar i rejestrację: sił działających na rolkę zagęszczającą, prędkości obrotowej matrycy, prędkości obrotowej rolki zagęszczającej, temperatury układu roboczego, momentu obrotowego matrycy, zapotrzebowania na moc silnika napędzającego układ roboczy [1, 2].

Pomiar momentu obrotowego matrycy możliwy jest dzięki układowi tensometrów naklejonych na nieruchomym wale nośnym granuladora [2].

Na rys. 1 przedstawiono schemat i widok rolki zagęszczającej (ze specjalnym układem umożliwiającym pomiar nacisków zagęszczających i czujnikiem do pomiaru prędkości obrotowej rolki użytej w układzie roboczym granuladora).



Rys. 1. Rolka zagęszczająca: a) schemat rolki: 1 - bieżnia rolki, 2 - osłona łożyska, 3 - łożysko, 4 - przekładka uszczelniająca, 5 - docisk szczotek, 6 - szczotki, 7 - pierścienie ślizgowe, 8 - tłoczek pomiarowy, 9 - mocowanie tłoczka pomiarowego, 10 - belka pomiarowa, 11 - tensometr typ TFm-10, 12 - magnes stały, 13 - tulejka izolująca (mosiężna), b) widok rolki

Specjalny czujnik w rolce składa się z tłoczka - 8, który naciska podczas zagęszczania na belkę - 10 z naklejonymi tensometrami - 11. Tłoczek - 8 wraz belką - 10 porusza się wraz z bieżnią rolki - 1. Sygnał z tensometrów jest przekazywany za pomocą ruchomych szczotek - 6 i nieruchomych pierścieni ślizgowych - 7 do mostka tensometrycznego, następnie rejestrowany przy użyciu rejestratora sprzężonego z komputerem [5].

Moment obrotowy matrycy M_m zmierzono korzystając z układu tensometrów naklejonych na nieruchomym wale nośnym granuladora oraz dla porównania wyznaczono z zależności (1) jako moment sił od jednostkowych nacisków zagęszczających p_n na rolkę zagęszczającą, zarejestrowanych dzięki specjalnemu czujnikowi umieszczonego w rolce:

$$M_k = l_r R_r^2 \int_{\alpha_{nk}}^{\alpha_0} p_k(\alpha) d\alpha \quad (1)$$

gdzie:

- l_r - szerokość rolki zagęszczającej,
- R_r - promień rolki zagęszczającej,
- $p_k(\alpha)$ - rozkład jednostkowych nacisków zagęszczających w poszczególnych strefach.

W przypadku zastosowania 2 rolek w układzie roboczym urządzeniu, moment obrotowy M_o działający na matrycę wyraża się wyrażeniem:

$$M_o = 2M_k \frac{n_r}{n_m} \quad (2)$$

gdzie:

- n_r - prędkość obrotowa rolki zagęszczającej,
- n_m - prędkość obrotowa matrycy.

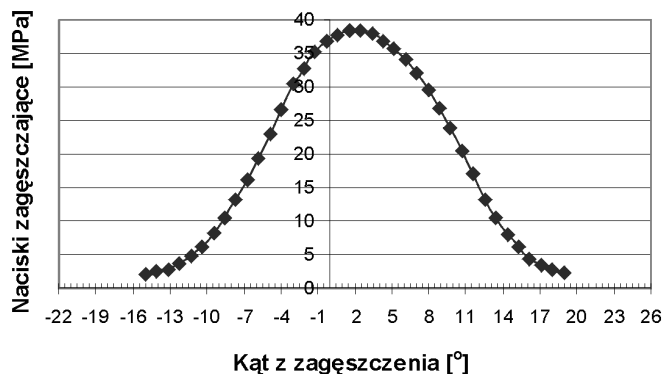
Badania przeprowadzono przy stałym masowym natężeniu przepływu mieszanki przez układ roboczy urządzenia $\dot{Q}_s = 350 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ i przy stałej prędkości obrotowej matrycy $n_m = 280 \text{ obr} \cdot \text{min}^{-1}$. W trakcie badań jako zmienne przyjęto: szczelinę roboczą między rolką zagęszczającą a matrycą ($h_{r1} = 0,4 \text{ mm}$, $h_{r2} = 0,6 \text{ mm}$, $h_{r3} = 0,8 \text{ mm}$) oraz długości otworów w matrycach ($l_1 = 52,5 \text{ mm}$, $l_2 = 57,5 \text{ mm}$, $l_3 = 62 \text{ mm}$).

Wyniki badań

Przykładowy doświadczalny przebieg nacisków zagęszczających uzyskanych w pierścieniowym układzie roboczym granuladora przedstawiono na rys. 2.

Rys. 3-5 przedstawiają wyniki badań wpływu parametrów konstrukcyjnych układu roboczego na stan obciążeń układu (moment obrotowy matrycy).

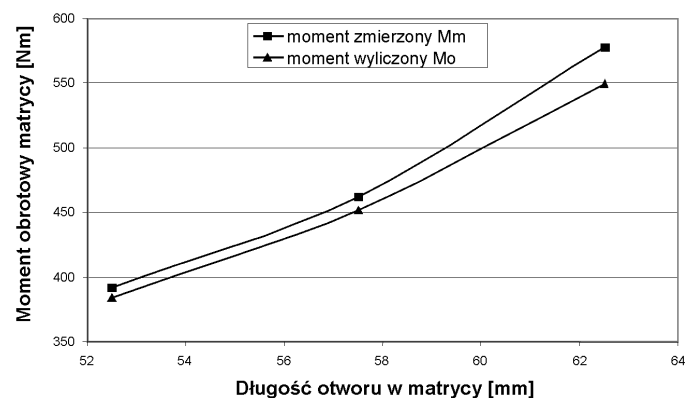
Z przeprowadzonych badań wynika, że zwiększenie zarówno długości otworów w matrycy l_{otw} jak i wielkości szczeliny robo-



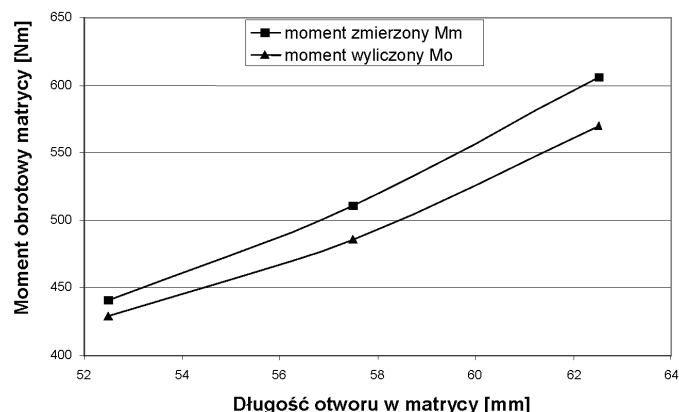
Rys. 2. Doświadczalna krzywa przebiegu jednostkowych nacisków zagęszczających (przy: $l_{otw} = 52,5$ mm, $h_r = 0,4$ mm, $n_m = 280$ obr \cdot min $^{-1}$, $Q_s = 350$ kg \cdot h $^{-1}$)

czej między rolką a matrycą h_r powoduje wzrost wartości momentu obrotowego matrycy (obliczonego na podstawie krzywej nacisków zagęszczających M_o jak również momentu obrotowego zmierzonego na wale matrycy M_m).

Przykładowo, zwiększenie długości otworów l_{otw} w matrycy pierścieniowej granulatora z wartości 52,5 mm do 62,5 mm



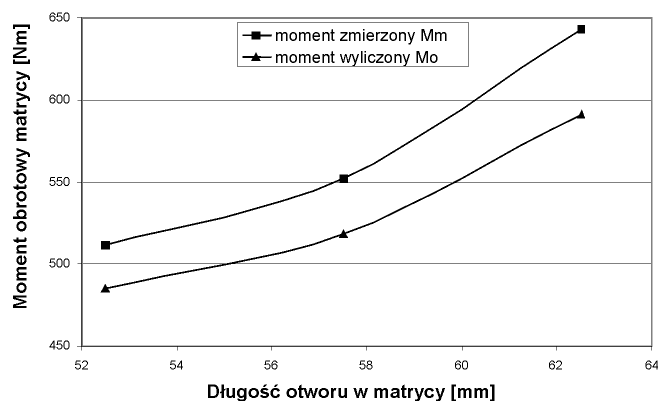
Rys. 3. Zależność momentu obrotowego matrycy od długości matrycy (przy: $h_r = 0,4$ mm)



Rys. 4. Zależność momentu obrotowego matrycy od długości matrycy (przy: $h_r = 0,6$ mm)

(przy: szczeliny roboczej $h_r = 0,4$ mm) powoduje wzrost momentu obrotowego matrycy (zmierzonego) M_m o 186,44 Nm (ok. 47,6%) (Rys. 3).

Wzrost momentu obrotowego matrycy (obliczonego i zmierzonego) spowodowany jest zwiększeniem się oporów zagęsz-



Rys. 5. Zależność momentu obrotowego matrycy od długości matrycy (przy: $h_r = 0,8$ mm)

czania i przetłaczania mieszanki paszowej przez dłuższe otwory w matrycy. W wyniku tego następuje wzrost jednostkowego nacisku zagęszczającego.

Natomiast wzrost momentu wraz ze zwiększeniem szczeliny roboczej związany jest z powiększaniem warstwy materiału pomiędzy rolką a matrycą w jednym cyklu zagęszczania. Powoduje to wzrost wartości siły wypadkowej pod rolką, a w konsekwencji wzrost momentu obrotowego matrycy.

Przykładowo, zwiększenie szczeliny roboczej h_r z wartości 0,4 do 0,8 mm (przy długości otworu matrycy $l_{otw} = 62,5$ mm) powoduje wzrost momentu obrotowego matrycy (zmierzonego na wale matrycy M_m) o 65,11 Nm (z wartości 578,24 do 643,35 Nm).

Wzrostowa tendencja momentu obrotowego matrycy wraz ze wzrostem długości otworów w matrycy i szczeliny obrotowej matrycy potwierdzają również inne badania [3–5].

Wnioski

1. Zastosowanie specjalnego czujnika pomiarowego (własnej konstrukcji) umieszczonego w rolce zagęszczającej, pozwala na bezpośredni pomiar i rejestrację przebiegu jednostkowych nacisków zagęszczających pod rolką, na podstawie których możliwe jest określenie rzeczywistego przebiegu i wyznaczenie podstawowych parametrów realizacji procesu granulowania w układzie roboczym granulatora z pierścieniową matrycą.
2. Duża zgodność momentu obrotowego matrycy mierzonego na wale roboczym matrycy, z momentem określanym na podstawie krzywej jednostkowych nacisków zagęszczających w układzie roboczym, pozwala na wykorzystanie w przyszłych badaniach jednej z tych metod do określania momentu obrotowego, mocy w układzie roboczym granulatora, energochłonności jednostkowej procesu oraz stanu obciążeń w układzie roboczym.

LITERATURA

1. S. Obidziński: Monografie AGH. Kraków, s. 143.
2. S. Obidziński: Badania procesu granulowania materiałów roślinnych w pierścieniowym układzie roboczym granulatora. Praca doktorska. Politechnika Białostocka. 2005.
3. J. Czaban: Ciśnieniowa aglomeracja pasz w układzie roboczym granulatora. Praca doktorska. Politechnika Białostocka. 2000.
4. J. Grochowicz: Technologia produkcji mieszanek paszowych. Warszawa, PWRiL, 1996.
5. R. Hejft: Ciśnieniowa aglomeracja materiałów roślinnych. Biblioteka Problemów Eksploatacji. Radom, ITE, 2002.