

WPŁYW PARAMETRÓW APARATUROWO-PROCESOWYCH NA WARTOŚCI NACISKÓW ZAGĘSZCZAJĄCYCH W PROCESIE GRANULOWANIA PASZ

Sławomir Obidziński, Roman Hejft

Katedra Techniki Ciepłej i Inżynierii Rolniczej, Politechnika Białostocka

Streszczenie. W pracy przedstawiono czynniki mające wpływ na przebieg procesu ciśnieniowej aglomeracji materiałów roślinnych i jakość uzyskanego produktu oraz wyniki badań wpływu wybranych parametrów aparaturowo-procesowych na maksymalne jednostkowe naciski zagęszczające uzyskane podczas procesu granulowania. Badania przeprowadzono na stanowisku badawczym, w skład którego wchodzi granulator z pierścieniowym układem roboczym.

Słowa kluczowe: parametry aparaturowo-procesowe, granulowanie, materiały roślinne, układ roboczy

Wprowadzenie

Na przebieg procesu ciśnieniowej aglomeracji materiałów roślinnych ma wpływ szereg czynników, które można podzielić na następujące grupy [Demianiuk 2001, Grochowicz 1996, Hejft 2002, Obidziński 2005]:

- czynniki chemiczno-biologiczne (skład chemiczny zagęszczanego materiału, budowa biologiczna cząstek),
- czynniki materiałowe – związane z przygotowaniem materiału do procesu zagęszczania (wilgotność materiału, temperatura materiału, skład granulometryczny cząstek zagęszczanego materiału),
- czynniki aparaturowe – konstrukcyjne (średnica matrycy, średnica i liczba rolek zagęszczających, średnica, długość i stan powierzchni otworów w matrycy, wielkość szczeliny między matrycą a rolką, itp.)
- czynniki procesowe – związane z przebiegiem procesu zagęszczania (naciski zagęszczające, natężenie przepływu zagęszczanego materiału, prędkość zagęszczania, temperatura procesu, kondycjonowanie),

Naciski zagęszczające są bardzo istotnym czynnikiem warunkującym otrzymanie produktu (granulatu, brykietu) o pożądanej jakości. Dobór właściwych nacisków nie jest jednak łatwy gdyż ich wartości zmieniają się w zależności od właściwości danego materiału [Hejft 2002].

Wzrost nacisków zagęszczających powoduje: wzrost gęstości i wytrzymałości kinetycznej aglomeratu, wzrost energochłonności procesu, spadek wartości współczynnika tarcia pomiędzy ściankami otworu matrycy a aglomerowaną mieszanką, oraz wzrost czasu relaksacji naprężeń w aglomerowanym produkcie.

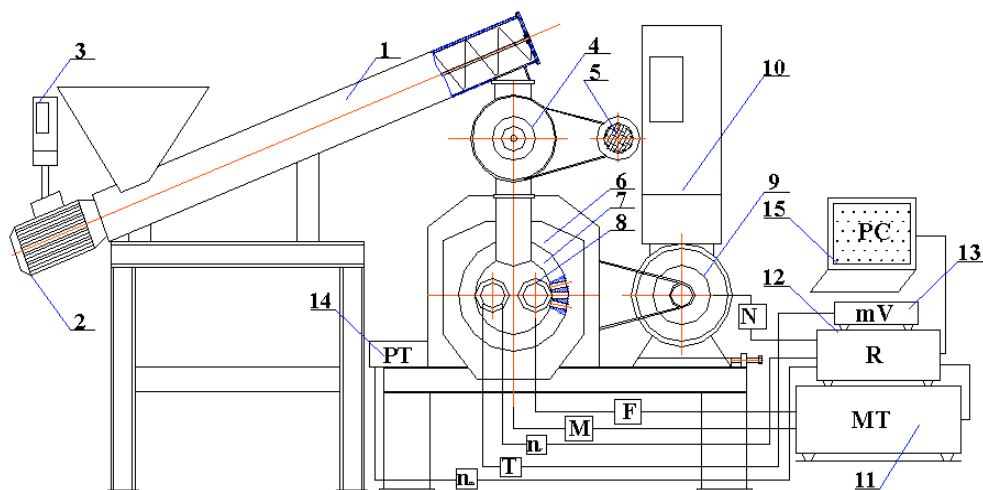
Cel pracy

Celem pracy było określenie wpływu badanych parametrów konstrukcyjno-procesowych na przebieg procesu granulowania pasz w układzie roboczym granulatora z pierścieniową matrycą.

Metodyka badawcza

Do badań wykorzystano mieszankę paszową pełnoporcjową DK- Finiszera o wilgotności 16%.

Badania przeprowadzono w skali technicznej na stanowisku SS-2 (rys. 1), którego głównym elementem jest układ roboczy z pierścieniową matrycą [Obidziński 2004].



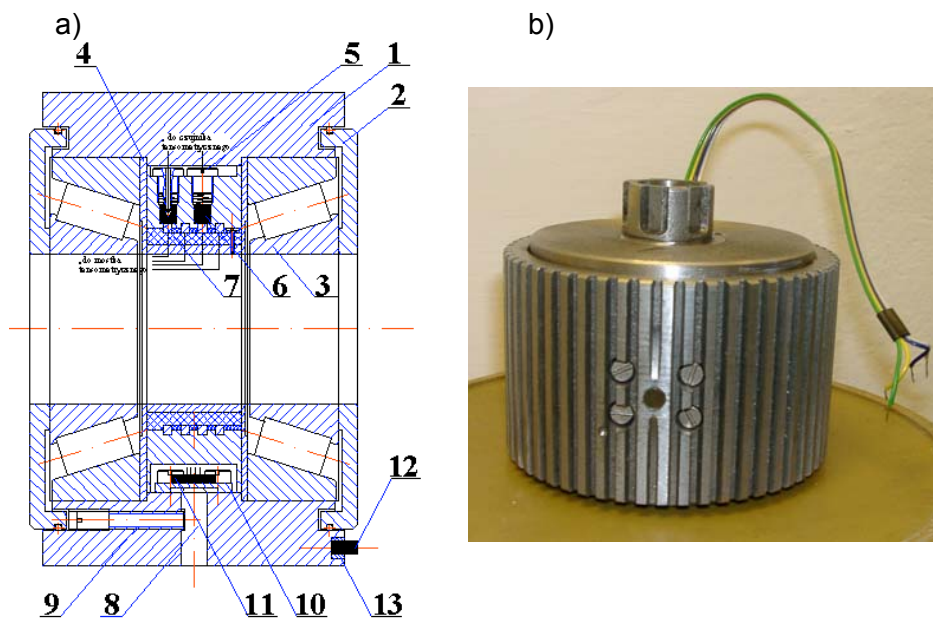
Rys. 1. Schemat stanowiska SS - 2 [Obidziński 2005]: 1 - podajnik ślimakowy, 2 - silnik napędzający dozownik typ SG1 KMR 80G, 3 - przemiennik częstotliwości typ ACS 401000432, 4 - mieszalnik, 5 - napęd mieszalnika (silnik elektryczny typ SF112M6K), 6 - zasyp surowca do granulatora, 7 - obrotowa matryca, 8 - rolki zagęszczające, 9 - napęd granulatora (silnik elektryczny typ 3SG 180L6), 10 - przemiennik częstotliwości typ ACS 800-01-0040-3+E202, 11 - mostek tensometryczny typ KWS/6a-5, 12 - rejestrator typ MC201A, 13 - miliwoltomierz, 14 - multitachometr cyfrowy typ DMT21, 15 - komputer PC

Fig. 1. Diagram of test bench SS - 2 [Obidziński 2005]: 1 - screw feeder, 2 - feeder drive motor type SG1 KMR 80G, 3 - frequency converter type ACS 401000432, 4 - mixer, 5 - mixer drive (electric motor type SF112M6K), 6 - raw product charging to granulator, 7 - rotary matrix, 8 - compacting rollers, 9 - granulator drive (electric motor type 3SG 180L6), 10 - frequency converter type ACS 800-01-0040-3+E202, 11 - tensometer bridge type KWS/6a-5, 12 - recorder type MC201A, 13 - millivoltmeter, 14 - digital multitachometer type DMT21, 15 - PC computer

W pracy przedstawiono badania wpływu długość otworu w matrycy l (parametru aparaturowego) oraz prędkości obrotowej matrycy n_m (parametru procesowego) na maksymalne jednostkowe naciski zagęszczające.

Na rys. 2 przedstawiono schemat i widok rolki zagęszczającej (ze specjalnym układem umożliwiającym pomiar nacisków zagęszczających i czujnikiem do pomiaru prędkości obrotowej rolki użytej w układzie roboczym granulatora).

Pomiar i rejestracja prędkości obrotowej rolki odbywa się za pomocą czujnika magnetoelektrycznego, którego część ruchoma (magnes stały 12 izolowany od bieżni rolki mosiężną tulejką 13) - rys. 2a - znajduje się w bieżni rolki i wzbudza impuls w cewce, która znajduje się na nieruchomej płycie łączącej rolki. Sygnał z cewki jest przekazywany do mostka tensometrycznego.



Rys. 2. Rolka zagęszczająca (ze specjalnym układem umożliwiającym rejestrację nacisków zagęszczających (wg autora): 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

Fig. 2. Compacting roller (with special compacting pressure recording system (according to author): a) roller diagram: 1 - roller raceway, 2 - bearing shell, 3 - bearing, 4 - sealing spacer, 5 - brush clamp, 6 - brushes, 7 - collector rings, 8 - gauge plunger, 9 - gauge plunger fixing, 10 - gauge beam, 11 - tensometer type TFm-10, 12 - permanent magnet, 13 - isolating sleeve (brass), b) roller view

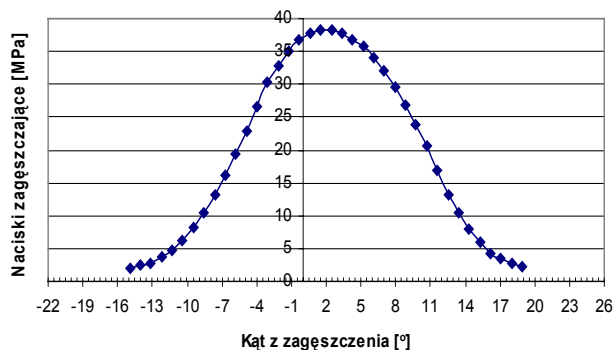
W rolce zagęszczającej umieszczony jest specjalny czujnik składający się z tłoczka 8, który naciska podczas zagęszczania na belkę 10 z naklejonymi tensometrami (TFm-10) 11. Tłoczek 8 wraz belką 10 porusza się wraz z bieżnią rolki 1. Sygnał z tensometrów jest przekazywany za pomocą ruchomych szczotek 6 i nieruchomych pierścieni ślizgowych 7 do mostka tensometrycznego.

Badania przeprowadzono przy szczelinie roboczej między rolką zagęszczającą a matrycą $h_r=0,4$ mm oraz przy masowym natężeniu przepływu mieszanki $\dot{Q}_s=350$ kg·h⁻¹ przy zmiennych długościach otworów w matrycach $l_1=52,5$, $l_2=57,5$, $l_3=62,5$ mm oraz przy zmiennych prędkościach obrotowych matrycy $n_{m1}=280$ obr·min⁻¹, $n_{m2}=330$ obr·min⁻¹, $n_{m3}=380$ obr·min⁻¹.

Wyniki badań

Przykładowy doświadczalny przebieg nacisków zagęszczających uzyskanych w pierścieniowym układzie roboczym granulatora (przy parametrach przebiegu procesu: $l_{otw}=52,5$ mm, $h_r=0,4$ mm, $n_m=280$ obr·min⁻¹, $\dot{Q}_s=350$ kg·h⁻¹) przedstawiono na rys. 3.

Zwiększenie prędkości obrotowej matrycy powoduje niewielki spadek wartości maksymalnych nacisków zagęszczających i niewielki spadek kąta zagęszczenia (kąta działania mieszanki na rolkę zagęszczającą).



Rys. 3. Doświadczalna krzywa przebiegu jednostkowych nacisków zagęszczających przy:

$$l_{otw}=52,5\text{mm}, h_r=0,4\text{mm}, n_m=280\text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}, \dot{Q}_s=350\text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$$

Fig. 3. Experimental curve of unit compacting pressure at: $l_{otw}=52.5\text{mm}$, $h_r=0.4\text{mm}$, $n_m=2800\text{rpm}$,

$$\dot{Q}_s=350\text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$$

Przebiegi krzywych zagęszczania uzyskane w badaniach pozwalają stwierdzić, że charakter tych krzywych jest zbliżony do krzywych uzyskanych podczas zagęszczania w matrycach płaskich uzyskanych przez Czabana [Czaban 2000].

Tabele 1 oraz rys. 4 i 5 przedstawiają wyniki badań wpływu badanych parametrów aparaturowo-procesowych na maksymalne jednostkowe naciski zagęszczające podczas procesu granulowania mieszanki paszowej DK-Finiszser.

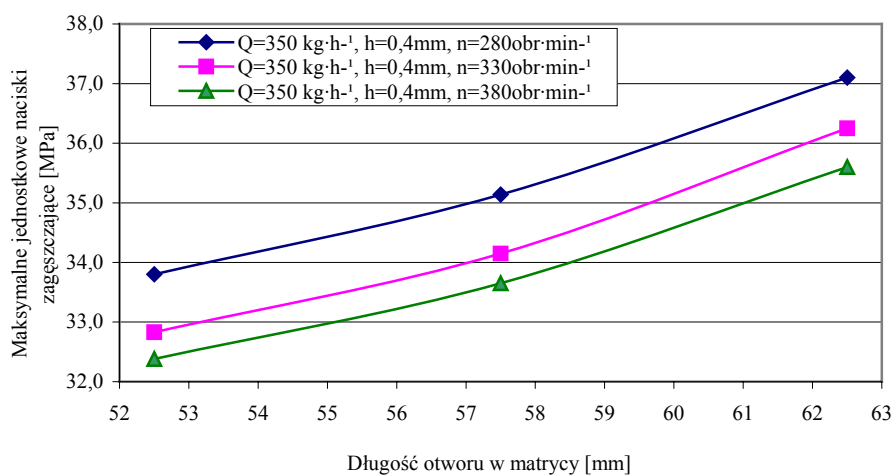
Zwiększenie długości otworów w matrycy z 52,5 do 62,5 mm powoduje wzrost maksymalnych jednostkowych nacisków zagęszczających o ok. 9% (przy wszystkich prędkościach obrotowych matrycy). Jest to związane ze wzrostem oporów przetłaczania mieszanki paszowej przez dłuższe otwory w matrycy. Wzrost oporów przetłaczania spowodowany jest zwiększeniem rzeczywistej powierzchni kontaktu między granulą a otworem matrycy.

Zwiększenie prędkości obrotowej matrycy z 280 obr·min⁻¹ do 380 obr·min⁻¹ powoduje spadek maksymalnych jednostkowych nacisków zagęszczających o ok. 4% (przy wszystkich długościach otworów w matrycy). Spadek maksymalnych jednostkowych nacisków zagęszczających na skutek zwiększenia prędkości obrotowej matrycy związany jest ze zmniejszeniem się grubości warstwy materiału zagęszczanego w jednym cyklu zagęszczania.

Tabela 1. Wyniki badań wpływu długości otworów w matrycy i prędkości obrotowej matrycy na maksymalne jednostkowe naciski zagęszczające

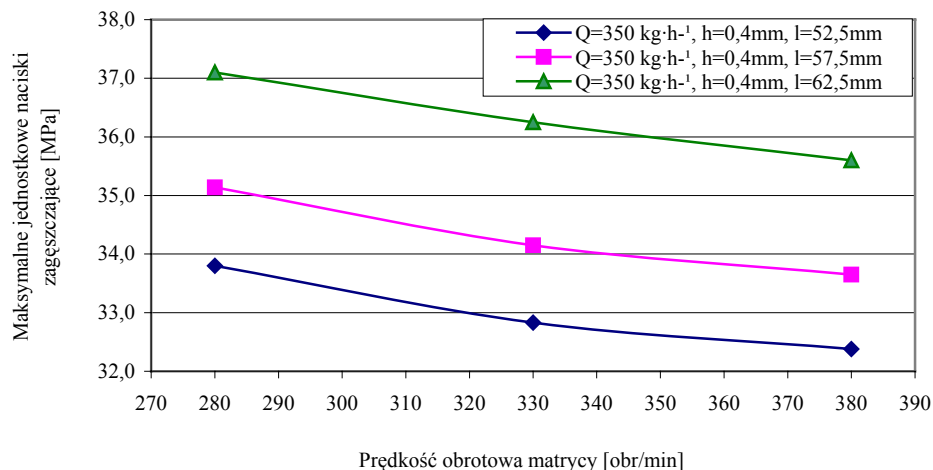
Table 1. Test results of the effect of length of holes in the die and rotational speed of the die on maximum unit compacting pressures

Długość otworu w matrycy [mm]	Maksymalne jednostkowe naciski zagęszczające [MPa]		
	$n_m=280 \text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}$	$n_m=330 \text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}$	$n_m=380 \text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}$
52,5	33,80	32,83	32,38
57,5	35,14	34,15	33,65
62,5	37,10	36,25	35,60



Rys. 4. Wpływ długości otworów w matrycy na maksymalne jednostkowe naciski zagęszczające

Fig. 4. Effect of length of holes in the die on maximum unit compacting pressures



Rys. 5. Wpływ prędkości obrotowej matrycy na jednostkowe naciski zagęszczające
 Fig. 5. Effect of rotational speed of the die on unit compaction pressures

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. Wraz ze zwiększeniem długości otworów w matrycy pierścieniowej wzrastają wartości jednostkowych nacisków zagęszczających.
3. Długość otworu w matrycy i prędkość obrotowa matrycy mają decydujący wpływ na stan obciążenia układu roboczego oraz energochłonność procesu.

Bibliografia

- Czaban J.** 2000. Ciśnieniowa aglomeracja pasz w układzie roboczym granulatora. Praca doktorska. Politechnika Białostocka.
- Demianiuk L.** 2001. Brykietowanie rozdrobnionych materiałów roślinnych. Praca doktorska. Politechnika Białostocka. Białystok.
- Grochowicz J.** 1996. Technologia produkcji mieszanek paszowych. PWRiL. Warszawa. ISBN 83-09-01656-5.
- Hejft R.** 2002. Ciśnieniowa aglomeracja materiałów roślinnych. Biblioteka Problemów Eksploatacji. ITE Radom. ISDN 83-7204-251-9.

Obidziński S. 2004. Stanowisko do badań granulowania rozdrobnionych materiałów roślinnych. III Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Problemy w Budowie i Eksploatacji Wybranych Maszyn i Urządzeń Technologicznych” i III Ogólnopolskie Forum „Maszyny i Procesy do Utylizacji Odpadów”. Monografie AGH. Kraków, s. 143-148.

Obidziński S., Hejft R. 2005. Granulacja ciśnieniowa – parametry aparaturowo-procesowe. GRANULACJA'2005: VII Ogólnopolskie Sympozjum, Puławy-Kazimierz Dolny, 11-13.10.2005 r. s. 28-32

Pracę wykonano w ramach pracy statutowej S/WM/2/06.

THE INFLUENCE OF EQUIPMENT-PROCESS PARAMETERS ON VALUES OF COMPACTING PRESSURES IN THE FEED GRANULATING PROCESS

Summary. The paper presents the factors on the process of pressure agglomeration of plant materials and a quality of the obtained product and test results of the effect of selected equipment-process parameters on the maximum unit compacting pressure obtained during the granulating process. The tests were performed at the test bench, comprising of a granulator with annular working system.

Key words: equipment-process parameters, granulating, plant materials, working system

Adres do korespondencji:

Sławomir Obidziński; e-mail: obislaw@pb.edu.pl
Katedra Techniki Ciepłej i Inżynierii Rolniczej
Politechnika Białostocka
ul. Wiejska 45C
15-351 Białystok