

# Konstrukcje matryc w granulatorach z układem roboczym „matryca płaska-rolki zagęszczające”

Roman HEJFT, Sławomir OBIDZIŃSKI – Zakład Techniki Rolno-Spożywczej, Wydział Mechaniczny, Politechnika Białostocka

Prosimy cytować jako: CHEMIK 2012, 66, 5, 479-484

## Wprowadzenie

Granulowanie (peletowanie), brykietowanie są formami ciśnieniowej aglomeracji procesu, w którym sypanki materiał uzyskuje stałą określoną formę geometryczną pod działaniem sił zewnętrznych i wewnętrznych. Produkty otrzymane podczas ciśnieniowej aglomeracji przybierają różne postaci w zależności od wymagań procesowych. Najczęściej produktem procesu granulowania (peletowania) są granule (pelety) w postaci walców o średnicy od 2,0-2,5 mm do 10-12 mm, zaś procesu brykietowania brykiety w postaci walców (prostokątników) o średnicy 12-30 mm lub 40-70 mm. Procesy znajdują szerokie zastosowanie między innymi w przemyśle paszowym, chemicznym, farmaceutycznym oraz produkcji ekologicznego paliwa stałego z odpadowych materiałów roślinnych.

## Granulowanie materiałów roślinnych

Autorzy publikacji, realizując od wielu lat badania zagęszczania materiałów roślinnych, stoją na stanowisku, iż:

- uniwersalne urządzenia granulująco-brykietujące materiały roślinne o niewielkiej wydajności, znajdują szerokie zastosowanie w małych i średnich zakładach przetwarzających materiały roślinne, w obszarze produkcji pasz i produkcji ekologicznego paliwa stałego (z odpadów)
- urządzenia wyposażone w układ roboczy „płaska nieruchoma wymienna matryca-rolki zagęszczające” spełniają zadania uniwersalnych urządzeń granulująco-brykietujących.

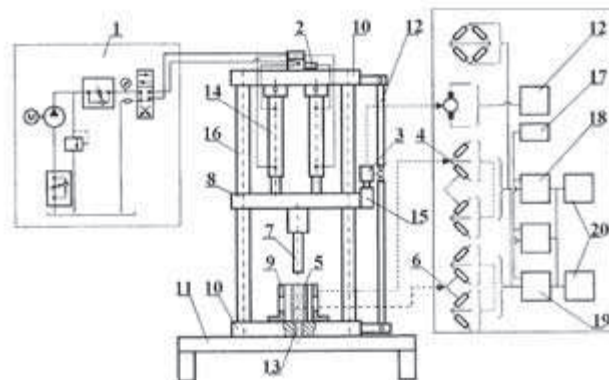
Energochłonność procesu granulowania materiałów roślinnych zależy od ich właściwości fizyczno-chemiczno-biologicznych oraz parametrów aparaturowo-procesowych realizacji procesu [1, 4, 5].

Realizowane badania nad energochłonnością granulowania, z wykorzystaniem stanowisk badawczych przedstawionych na Rysunku 1, wykazały, że energochłonność jednostkowa procesu granulowania materiałów roślinnych w warunkach laboratoryjnych – modelowych (Rys. 1a, 1b, 1c) zawiera się w granicach 15-30 kJ/kg. Natomiast podczas badań energochłonności jednostkowej procesu granulowania w układzie roboczym „płaska matryca-rolki zagęszczające” (Rys. 1d, 1e), wartości energochłonności jednostkowej wyniosły od ok. 115 do 600 kJ/kg. Powodem tak znacznego poboru energii w warunkach technicznych realizacji procesu są duże opory zagęszczania i przetłaczania zagęszczanego materiału (przy naciskach prasująco-zagęszczających – ok. 80-150 MPa), zarówno na powierzchni matrycy jak i na powierzchni rolki zagęszczającej.

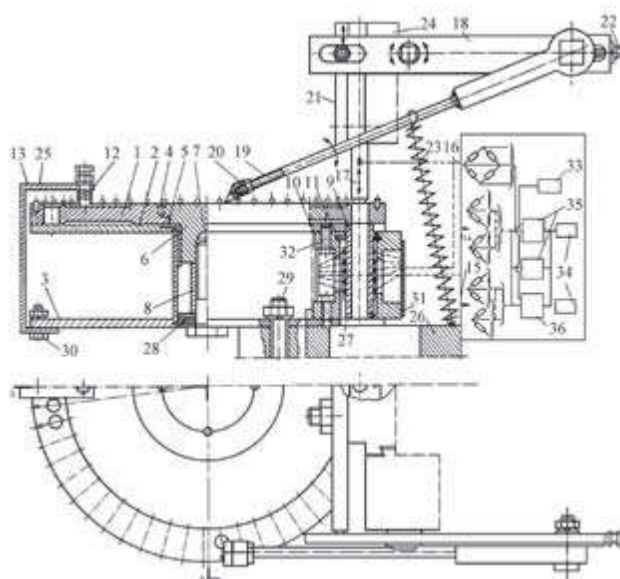
Szczegółowy opis stanowisk badawczych przedstawionych na Rysunku. 1 zamieszczono w monografii [1].

Do z podstawowych parametrów matryc zaliczyć należy:

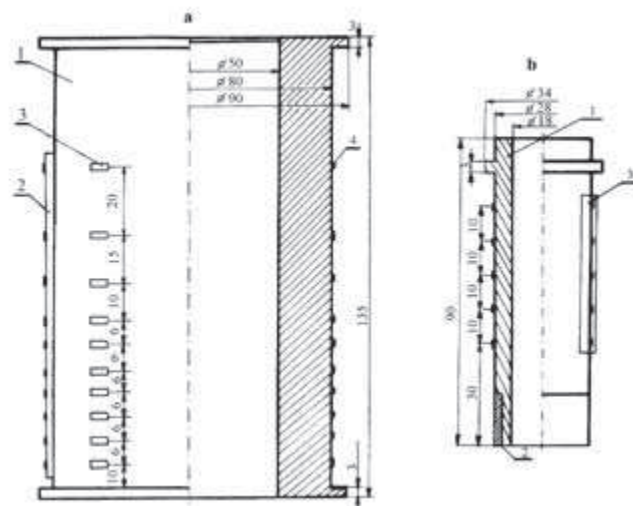
- współczynnik prześwietu matrycy – stosunek powierzchni otworów do powierzchni roboczej matrycy
- średnicę i długość otworów w matrycy. Stosunek tych wielkości może wahać się w granicach od 0,1 do 0,5 (zależnie od cech materiałowych surowca poddanego procesowi ciśnieniowej aglomeracji oraz od wymagań jakościowych otrzymanego produktu)
- geometrię wejścia do otworów w matrycy.



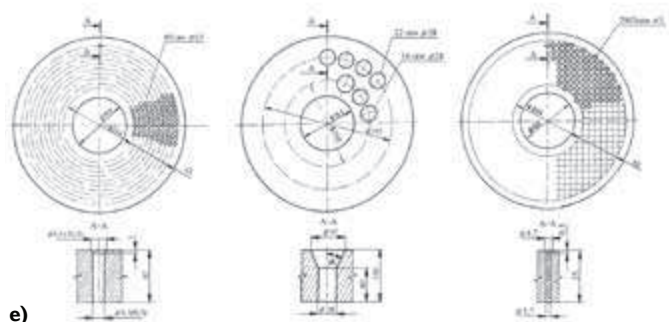
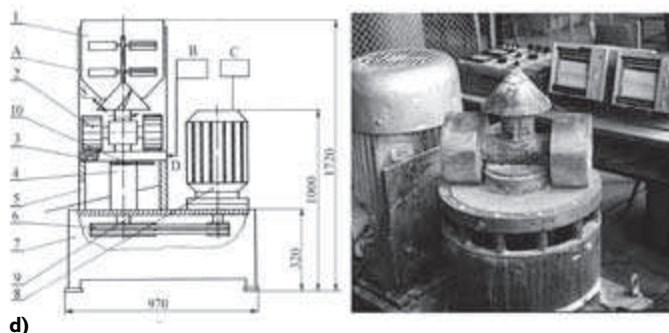
a)



b)



c)



Rys. 1. a) Schemat stanowiska SB-1 do ciągłego pomiaru wielkości fizycznych podczas ciśnieniowej aglomeracji; b) Schemat stanowiska SB-2 do ciągłego pomiaru wielkości fizycznych podczas ciśnieniowej aglomeracji (bez napędu); c) Tuleja zagęszczająca (SB1, SB2); d) Schemat stanowiska badawczego SB-3: A – uniwersalne urządzenie granulująco-brykietujące, B – rejestrator temperatury, strator mocy, D – termoelement; e) schemat przykładowego zestawu matryc granulująco-brykietujących (SB-3)

Wyniki badań nad wpływem wyżej wymienionych parametrów na gęstość otrzymanego produktu można scharakteryzować następująco:

#### – matryca o średnicy otworów $\phi = 6,5$

Wyniki badań nad wpływem wyżej wymienionych parametrów na gęstość otrzymanego produktu (granulat o średnicy 6,5 mm, mieszanka paszowa T2) oraz energochłonność jednostkową procesu wykazały, że zmiana współczynnika prześwitu matrycy z 0,31 do wartości 0,45 powoduje spadek gęstości o ok. 128 kg/m<sup>3</sup> (tj. o ok. 11%) oraz spadek energochłonności jednostkowej o ok. 0,014 kWh/kg (tj. o ok. 24%). Natomiast wzrost długości otworów z 35 mm do 40 mm powoduje wzrost gęstości granulat o ok. 54 kg/m<sup>3</sup> (tj. o ok. 5%) oraz wzrost energochłonności jednostkowej o około 0,007 kWh/kg (tj. o ok. 11%).

Stożkowe wejście do otworu (o kącie 30° pomiędzy tworzącą stożka o powierzchnią matrycy), w porównaniu do otworu bez sfazowania, zwiększa gęstość produktu o ok. 42 kg/m<sup>3</sup> (tj. o ok. 4%) oraz energochłonność jednostkową o ok. 0,004 kWh/kg (tj. o ok. 7%).

#### – matryca o średnicy otworów $\phi = 8,5$

Wyniki badań nad wpływem wymienionych parametrów na gęstość otrzymanego produktu (granulat o średnicy 8,5 mm, mieszanka paszowa T2) oraz energochłonność jednostkowa procesu wykazały, że zmiana współczynnika prześwitu matrycy z 0,45 do wartości 0,54 powoduje spadek gęstości o ok. 71 kg/m<sup>3</sup> (tj. o ok. 6%) oraz spadek energochłonności jednostkowej o ok. 0,0059 kWh/kg (tj. o ok. 10%). Natomiast wzrost długości otworów z 35 mm do 40 mm powoduje wzrost gęstości granulat o ok. 49 kg/m<sup>3</sup> (tj. o ok. 4%) oraz wzrost energochłonności jednostkowej o ok. 0,0035 kWh/kg (tj. o ok. 6%).

Stożkowe wejście do otworu (o kącie 30° pomiędzy tworzącą stożka o powierzchnią matrycy), w porównaniu do otworu bez sfazowania, zwiększa gęstość produktu o ok. 23 kg/m<sup>3</sup> (tj. o ok. 2%) oraz energochłonność jednostkową o ok. 0,002 kWh/kg (tj. o ok. 6%).

#### – matryca o średnicy otworów $\phi = 28$ mm

Wyniki badań nad wpływem wymienionych parametrów na gęstość otrzymanego produktu (brykiety o średnicy 28 mm z 45% udziałem słomy) oraz energochłonność jednostkową procesu wykazały, że zmiana współczynnika prześwitu matrycy z 0,245 do wartości 0,305 powoduje spadek gęstości o ok. 21 kg/m<sup>3</sup> (tj. o ok. 2%) oraz spadek energochłonności jednostkowej o ok. 0,0084 kWh/kg (tj. o ok. 8%). Natomiast wzrost długości otworu z 80 mm do 100 mm powoduje wzrost gęstości brykiety o ok. 90 kg/m<sup>3</sup> (tj. o ok. 8%) oraz wzrost energochłonności jednostkowej o ok. 0,018 kWh/kg (tj. o ok. 18%).

Stożkowe wejście do otworu (o kącie 30° pomiędzy tworzącą stożka o powierzchnią matrycy), w porównaniu do otworu bez sfazowania, zwiększa gęstość produktu o ok. 43 kg/m<sup>3</sup> (tj. o ok. 4%) oraz energochłonność jednostkową o ok. 0,01 kWh/kg (tj. o ok. 10%).

#### – matryca o średnicy otworów $\phi = 3,7$ (mieszanka paszowa DK)

Wyniki badań nad wpływem wymienionych parametrów na gęstość otrzymanego produktu (granulat o średnicy 4,7 mm, mieszanka paszowa DK) oraz energochłonność jednostkową procesu wykazały, że zmiana współczynnika prześwitu matrycy z 0,3 do wartości 0,365 powoduje spadek gęstości o ok. 51 kg/m<sup>3</sup> (tj. o ok. 4%) oraz spadek energochłonności jednostkowej o ok. 0,003 kWh/kg (tj. o ok. 7%). Natomiast wzrost długości otworów z 20 mm do 25 mm powoduje wzrost gęstości granulat o ok. 62 kg/m<sup>3</sup> (tj. o ok. 5%) oraz wzrost energochłonności jednostkowej o ok. 0,004 kWh/kg (tj. o ok. 9%).

Stożkowe wejście do otworu (o kącie 30° pomiędzy tworzącą stożka o powierzchnią matrycy), w porównaniu do otworu bez sfazowania, zwiększa gęstość produktu o ok. 22 kg/m<sup>3</sup> (tj. o ok. 2%) oraz energochłonność jednostkową o ok. 0,005 kWh/kg (tj. o ok. 12%).

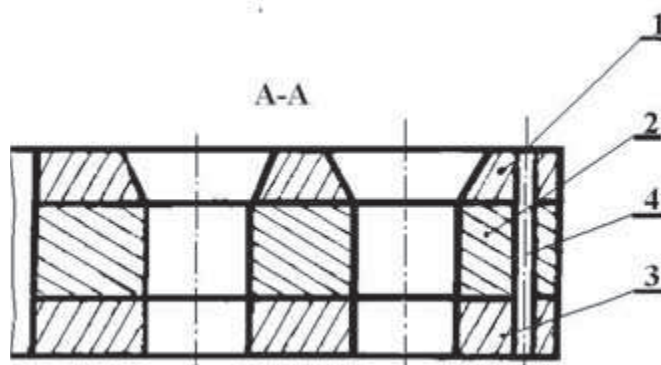
#### Konstrukcja matryc granulująco-brykietujących

Przedstawione wyniki badań wskazują na istotny wpływ parametrów geometrycznych otworu w matrycy i współczynnika prześwitu, a także cech materiałowych wytwarzanego produktu na podstawowe parametry procesu granulowania: energochłonność jednostkową i gęstość granulat (brykietów).

Sprawia to, że uniwersalne urządzenie granulująco-brykietujące, w przypadku przetwarzania różnorodnych surowców, powinno być wyposażone w szereg matryc. Niedogodność tę można w dużej mierze zminimalizować poprzez zastosowanie matryc składanych (Rys. 2).

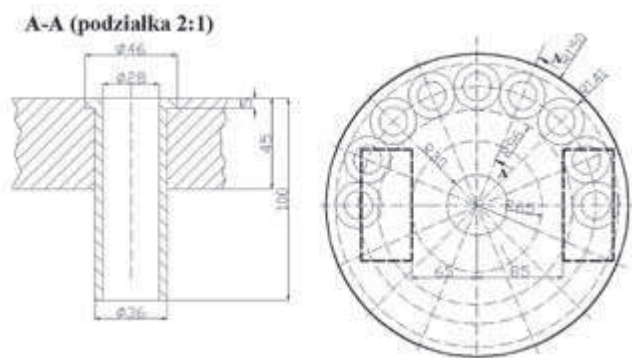
Złożenie matrycy z określonej ilości płyt powinno być poprzedzone wstępnymi badaniami (informacjami) dotyczącymi właściwości fizyko-chemiczno-biologicznych materiału poddanego granulowaniu (brykietowaniu)

Przy otworach o większych średnicach (powyżej 25-30 mm) można stosować wymienne tuleje (Rys. 3), co zmniejsza jednak współczynnik prześwitu matrycy.



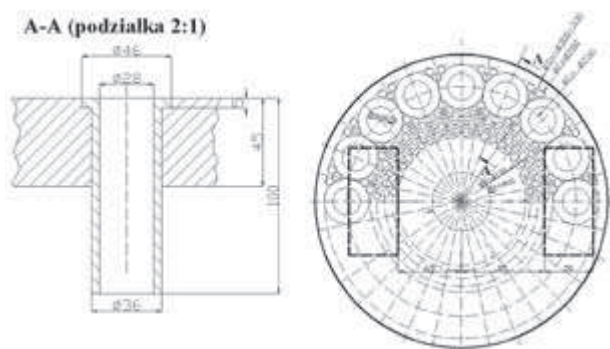
Rys. 2. Schemat matrycy granulująco-brykietującej [2]: 1, 2, 3 – płyty matrycy; 4 – element ustalający





Rys. 3. Schemat przykładowej matrycy brykietującej z wymiennymi tulejkami [3]

Przedstawione na Rysunku 3 rozwiązanie konstrukcyjne matrycy z wymiennymi tulejkami, pozwala na znaczne oszczędności stali użytej do jej wytworzenia. Należy zaznaczyć, że do wytwarzania matryc granulująco-brykietujących używa się wysokostopowych stali z odpowiednią obróbką cieplno-chemiczną. Takie rozwiązanie pozwala na znaczne oszczędności materiałowe, zmniejsza pracochłonność wykonania matryc, a tym samym ich koszty produkcji. Pozwala również na regenerację zużytych matryc poprzez wymianę tulejek (możliwa jest także ich regeneracja).



Rys. 4. Schemat przykładowej matrycy granulująco-brykietującej z wymiennymi tulejkami [3]

Mając na uwadze znaczący wpływ współczynnika prześwitu matrycy na energochłonność jednostkową i gęstość granulatu (brykietów), a także stosunkowo jego małą wartość w przypadku otworów do brykietowania, na Rysunku 3 przedstawiono rozwiązanie konstrukcyjne matrycy, która pozwala jednocześnie otrzymywać zarówno brykiety jak i granulaty. Takie rozwiązanie podwyższa znacząco współczynnik prześwitu matrycy (eliminuje znacząco martwe przestrzenie pomiędzy otworami). Przedstawiona matryca może być użyta w uniwersalnych urządzeniach wytwarzających jednocześnie granulaty (pelety) i brykiety opałowe.

Wieloletnie doświadczenie autorów w obszarze ciśnieniowej aglomeracji materiałów roślinnych (granulowania, brykietowania) pozwala na stwierdzenie, iż uniwersalne urządzenia granulujące (brykietujące) o niewielkiej wydajności powinny być wyposażone w układ roboczy „płaska nieruchoma matryca-rolki zagęszczające”.

#### Podsumowanie

Złożoność i różnorodność zagadnień występujących podczas granulowania (peletowania), brykietowania w układach roboczych o różnej konstrukcji, wraz ze zmiennością właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych materiałów poddawanych procesowi sprawia, że celem jest wprowadzanie do produkcji uniwersalnych granulatorów (granulująco-brykietujących) o niewielkiej wydajności.

Urządzenia granulująco-brykietujące przetwarzające różnorodne surowce, powinny być wyposażone w szereg matryc. Niedogodność tę można w dużej mierze zminimalizować poprzez zastosowanie matryc składanych.

Przedstawione w artykule rozwiązania konstrukcyjne matryc pozwalają na znaczne oszczędności materiałowe, zmniejszenie pracochłonności wykonania matryc, a tym samym ich kosztów produkcji, a także na regenerację zużytych matryc poprzez wymianę tulejek (możliwa jest także ich regeneracja).

Konstrukcja matrycy granulująco-brykietującej pozwala otrzymywać jednocześnie zarówno brykiety jak i granulaty. Takie rozwiązanie podwyższa znacząco współczynnik prześwitu matrycy (eliminuje martwe przestrzenie pomiędzy otworami), a tym samym zmniejsza energochłonność jednostkową procesu.

Uniwersalne urządzenia granulujące (brykietujące) o niewielkiej wydajności powinny być wyposażone w układ roboczy „płaska nieruchoma matryca-rolki zagęszczające”.

#### Literatura

1. Hejft R.: *Ciśnieniowa aglomeracja materiałów roślinnych*. Biblioteka Problemów Eksploatacji, Radom 2002.
2. Hejft R.: *Płaska matryca do urządzenia granulująco-brykietującego*. Wzór użytkowy nr 53575.
3. Obidziński S., Hejft R.: *Płaska matryca granulująco-brykietująca*. Zgłoszenie patentowe P397986 z dnia 02.02.2012 r. Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej, Warszawa 2012.
4. Obidziński S.: *Energochłonność procesu zagęszczania materiałów roślinnych*. Rozdział 10 w monografii: *Właściwości geometryczne, mechaniczne i strukturalne surowców i produktów spożywczych* (pod red.: B. Dobrzański jr i L. Mieszkalski). Komitet Agrofizyki PAN, Wyd. Nauk. FRNA, ISBN-13: 978-83-60489-05-5, Lublin 2007, 159-168.
5. Obidziński S., Hejft R.: *Energochłonność procesu granulowania materiałów roślinnych*. Materiały seminaryjne. V Konferencja Naukowo-Praktyczna: „Energia w nauce i technice”, Suwałki 2006, 153-159.

Praca wykonana w ramach projektu (grantu) MNiSW N N504 488239.

Prof. dr hab. inż. Roman HEJFT – kierownik Zakładu Techniki Rolno-Spożywczej na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej. Obszar pracy naukowej: ciśnieniowa aglomeracja materiałów roślinnych, konstrukcja i eksploatacja maszyn przemysłu rolno-spożywczego. E-mail: rhj@pb.edu.pl

Dr inż. Sławomir OBIDZIŃSKI – adiunkt w Zakładzie Techniki Rolno-Spożywczej na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej. Obszar pracy naukowej: ciśnieniowa aglomeracja materiałów roślinnych, konstrukcja i eksploatacja maszyn przemysłu rolno-spożywczego. E-mail: obislaw@pb.edu.pl

#### Nowoczesne techniki spektroskopii ramanowskiej: mapowanie i aktywność optyczna (ROA)

20-22 czerwca 2012, Kraków, Uniwersytet Jagielloński

Seminarium poświęcone będzie dwóm nowoczesnym technikom spektroskopowym: mapowaniu ramanowskiemu oraz ramanowskiej spektroskopii aktywności optycznej (ROA). W części wykładowej zaprezentowane zostaną podstawy obu tych metod. W ramach warsztatów towarzyszących seminarium odbędzie się prezentacja aparatury i jej możliwości pomiarowych, szczególnie pod kątem badań materiału biologicznego.

#### Organizatorzy

- dr hab. Małgorzata Barańska
- dr Katarzyna Chruszcz-Lipska
- dr Krzysztof Gębski (sekretarz, tel. 12-6632064, [gebski@chemia.uj.edu.pl](mailto:gebski@chemia.uj.edu.pl))
- mgr Aleksandra Jaworska
- mgr Tomasz Wróbel

Więcej informacji na: [www.chemia.uj.edu.pl/zor/seminarium2012/](http://www.chemia.uj.edu.pl/zor/seminarium2012/)