

Roman HEJFT, Sławomir OBIDZIŃSKI

e-mail: obislaw@pb.edu.pl

Zakład Techniki Rolno-Spożywczej, Wydział Mechaniczny Politechniki Białostockiej, Białystok

Mechanizm procesu brykietowania pasz w układzie roboczym z płaską matrycą

Wstęp

Brykietowanie jest procesem, w którym rozdrobniony materiał pod działaniem sił zewnętrznych i wewnętrznych ulega zagęszczeniu, a otrzymany produkt (brykiet) uzyskuje określoną, stałą formę geometryczną [Chłopek i in., 2012; Czaban, 2000; Drzymala, 1988; Hejft, 2002].

Brykiet – produkt procesu ciśnieniowej aglomeracji jest preferowaną formą paszy lub paliwa stałego (z odpadowych materiałów roślinnych) z powodu wielu zalet np. istotnego wzrostu gęstości, co skutkuje między innymi polepszeniem warunków żywienia, magazynowania, transportu.

Na przebieg procesu brykietowania materiałów roślinnych jak i na jakość uzyskanego brykietu ma wpływ szereg czynników związanych ze składem chemicznym zagęszczanego materiału oraz jego budową biologiczną, z przygotowaniem materiału do procesu zagęszczania, z budową układu roboczego oraz z przebiegiem procesu zagęszczania [Obidziński i in., 2006].

W układach roboczych urządzeń brykietujących (tłokowych, ślimakowych, z płaską matrycą i rolkami zagęszczającymi, pierścieniową matrycą i rolkami zagęszczającymi) brykiet w postaci stałej otrzymuje się po przetłoczeniu materiału sypkiego przez otwór/otwory przelotowe w matrycy.

Na rys. 1 przedstawiono układ roboczy urządzenia brykietująco-granulującego z płaską nieruchomą matrycą wraz z rolkami zagęszczającymi [Hejft, 2002].



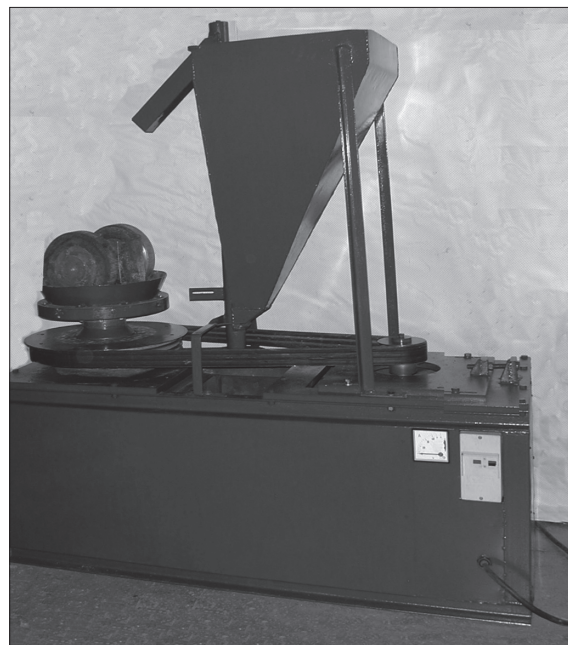
Rys. 1. Układ roboczy urządzenia brykietująco-granulującego z płaską nieruchomą matrycą wraz z rolkami zagęszczającymi [Hejft, 2002]

Na rys. 2 przedstawiono układ roboczy urządzenia brykietująco-granulującego z płaską obrotową matrycą wraz z rolkami zagęszczającymi [Hejft, 2002].

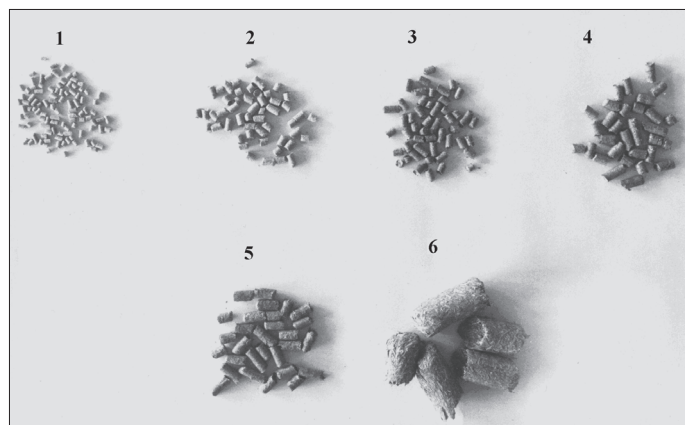
Produkty z materiałów pochodzenia roślinnego otrzymywane w urządzeniach brykietująco-granulujących (brykiety, granule) przy użyciu matryc o różnych średnicach i długościach otworów przedstawiono na rys. 3

Na rys. 4 przedstawiono schemat formowania brykietu.

Materiał roślinny (paszowy) znajdujący się pomiędzy matrycą a rolką zostaje zagęszczony od gęstości początkowej ρ_0 do gęstości końco-



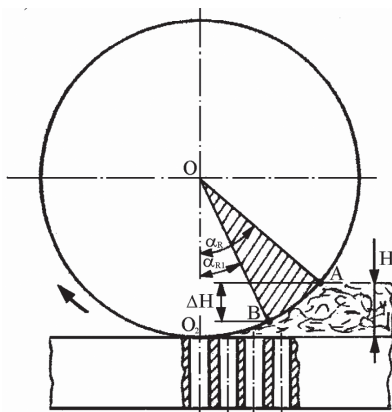
Rys. 2. Układ roboczy urządzenia brykietująco-granulującego z płaską obrotową matrycą wraz z rolkami zagęszczającymi [Hejft, 2002]



Rys. 3. Produkty otrzymane podczas ciśnieniowej aglomeracji (granule, brykiety): 1 – $D = 3,7\text{mm}$; 2, 3 – $D = 6,5\text{ mm}$ (mieszanka DK Finischer); 4, 5 – $D = 8,5\text{ mm}$; 6 – $D = 28\text{ mm}$ (z udziałem słomy-45%-brykiety) [Hejft, 2002]

wej $\rho_k (\alpha = \alpha_R \rightarrow \alpha_{R1})$, a następnie wtlaczany do otworów w matrycy. Wysokość porcji cyklicznie wtlaczanego materiału do otworu jest kilka lub kilkanaście razy mniejsza od długości otworu. Odpowiednia wielkość porcji wtlaczanego materiału do otworu jak i czas przebywania jej w otworze zapewniają ich połączenie w trwały produkt (brykiet).

Celem pracy jest przedstawienie wpływu prędkości przetłaczania, czyli wielkości porcji materiału paszowego wtlaczanego w jednostce czasu do otworu matrycy, na jakość otrzymanego brykietu, określaną poprzez jego gęstość, wytrzymałość kinetyczną oraz wilgotność. Opis mechanizmu formowania brykietu realizowanego w układach roboczych urządzeń granulująco-brykietujących uzupełnia dotychczasowe doniesienia literaturowe.

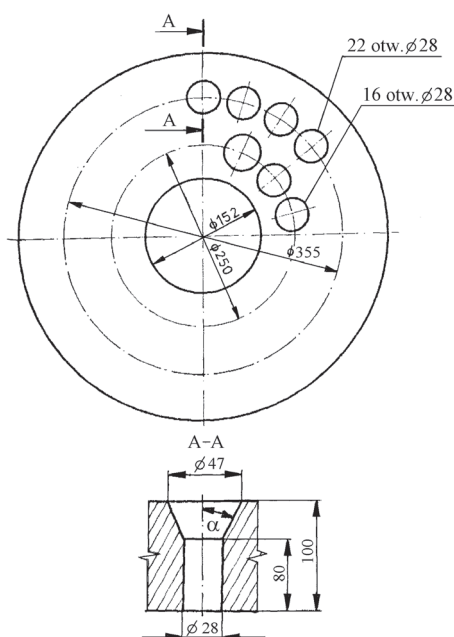


Rys. 4. Schemat formowania brykietu

Opis badań

Stanowisko badawcze

Badania procesu brykietowania realizowano na stanowisku badawczym przedstawionym na rys. 1 z użyciem matrycy płaskiej z otworami o średnicy 28 mm (Rys. 5).



Rys. 5. Schemat matrycy [Hejft i Obidziński, 2012]

Układ roboczy urządzenia składa się z nieruchomej matrycy oraz dwu napędzanych rolek zagęszczających. Dane techniczne są następujące:

- moc – 15 kW,
- prędkość zespołu rolek zagęszczających – 210 obr/min,
- średnica rolki – 200 mm,
- szerokość rolki – 102 mm.

Materiał badawczy

Do badań użyto mieszkankę paszową o składzie [Hejft, 2002]:

- rozdrobniona słoja żytnia (ługowana NaOH) – 45%,
- rozdrobnione ziarno żyta – 25%,
- susz z traw – 13%,
- rozdrobnione wysłodki buraczane – 5%,
- polfamix – 2%,
- melasa – 8%,
- mocznik – 2%.

Słomę rozdrabniano na rozdrabniaczu RU-3M przy zastosowaniu sit o oczkach 10 mm. Średnia procentowa zawartość poszczególnych frakcji rozdrobnionej słomy wynosi: 0÷5 mm – 38,1%, 5÷10 mm – 40,3%, 10÷20 mm – 17,3%, 20÷30 mm – 3,9%, powyżej 30 mm – 0,4%

Opis brykietowania

1. Brykietowanie wstępne do ustalenia się temperatury w układzie roboczym przez okres około 20 [min]
2. Brykietowanie zasadnicze mieszanki paszowej z udziałem słomy z określoną wydajnością: 70, 90, 110, 130 i 150 [kg/h]
3. Określenie jakości brykietu, czyli wilgotności, gęstości, wytrzymałości kinetycznej.
4. Określenie wysokości h porcji wtłaczanej do jednego otworu w matrycy w ciągu 1 s (prędkości przetłaczania) z zależności:

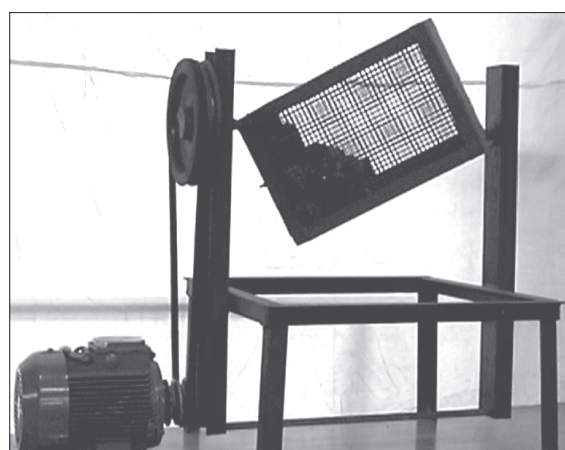
$$h = \frac{4Q}{3600\pi n \rho d^2} \quad [\text{m/s}] \quad (1)$$

gdzie:

- Q – wydajność (zmienna) brykietciarki [kg/h],
- n – liczba otworów w matrycy,
- d – średnica otworu [m],
- ρ – gęstość granulatu [kg/m³].

Badanie jakości otrzymanych brykietów

Jakość brykietów badano na stanowisku do pomiaru wytrzymałości kinetycznej brykietów przedstawionym na rys. 6.



Rys. 6. Widok stanowiska do pomiaru wytrzymałości kinetycznej brykietów [Hejft, 2002]

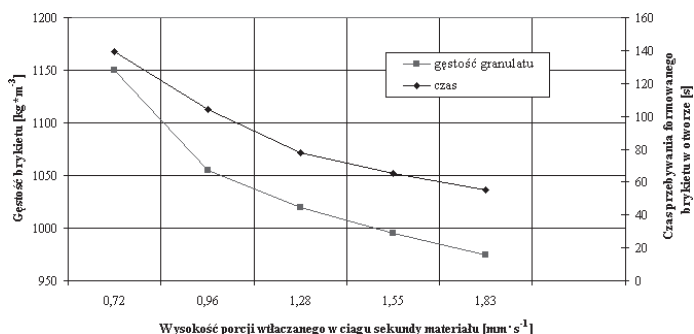
Tester obrotowy wg zaleceń GOST-18691-73, ASAE S.269-1A do brykietów o wymiarach 300 × 300 × 450 wykonano z kątowników i pokryto siatką o oczkach 12,5 × 12,5 [mm]. Do komory należy załadować 10 losowo wybranych brykietów o zbliżonej masie (±10%). Test wykonywany jest w ciągu trzech minut z prędkością 13 [obr/min]. Stosunek masy brykietów po wykonanej próbie do masy brykietów przed próbą (wyrażony w %) określa wytrzymałość kinetyczną brykietów.

Gęstość brykietu określano jako stosunek masy do objętości, natomiast czas przebywania formowanego granulatu jako stosunek długości otworu w matrycy do wysokości porcji materiału wtłaczanej przez rolkę w ciągu 1 s.

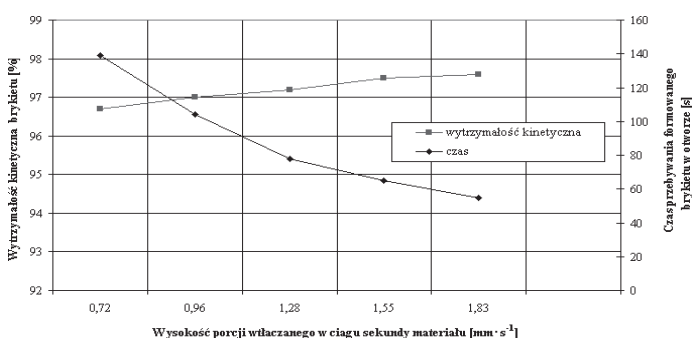
Wilgotność granulatu określono zgodnie z PN-76/R-64752 za pomocą wagosuszarki WS 30 z dokładnością 0,01%.

Wyniki badań i ich analiza

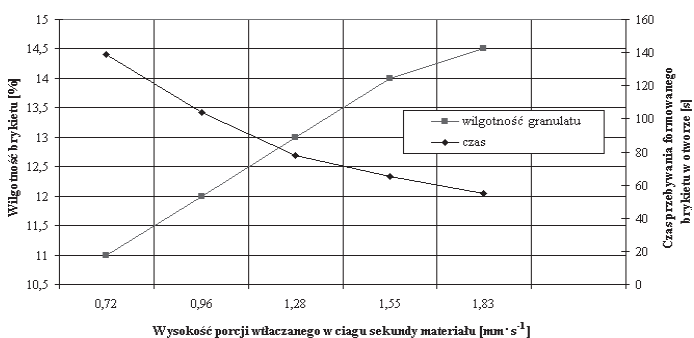
Zależności gęstości brykietu, jego wytrzymałości kinetycznej, wilgotności oraz czasu t przebywania formowanego brykietu w otworze matrycy od prędkości przetłaczania czyli od wysokości h porcji materiału wtłaczanego do otworu matrycy przez rolki w ciągu 1 sekundy przedstawiono na rys. 7–9.



Rys. 7. Zależności gęstości brykietu ρ oraz czasu przebywania t formowanego brykietu w otworze matrycy od wysokości h porcji materiału wtlaczonego przez rolki w ciągu 1 s



Rys. 8. Zależności wytrzymałości kinetycznej brykietu P_{dx} oraz czasu t przebywania formowanego brykietu w otworze matrycy od wysokości h porcji materiału wtlaczonego przez rolki w ciągu 1 s



Rys. 9. Zależności wilgotności brykietu w oraz czasu przebywania t formowanego brykietu w otworze matrycy od wysokości h porcji materiału wtlaczonego przez rolki w ciągu 1 s

Na podstawie zależności przedstawionych na rys. 5–7 proces formowania brykietu w otworze matrycy można scharakteryzować następująco:

- gęstość brykietów spada wraz ze wzrostem prędkości przetłaczania czyli ze wzrostem wysokości wtlaczonej porcji mieszanki paszowej na jednostkę czasu,
- wytrzymałość kinetyczna brykietów nieznacznie rośnie wraz ze wzrostem prędkości przetłaczania – w praktyce można przyjąć, że jest ona stała,

- wilgotność czyli różnica pomiędzy wilgotnością materiału wejściowego (mieszanki), a wilgotnością brykietów wychodzących z układu roboczego) spada wraz wysokością wtlaczonej porcji mieszanki (na rys. 9 wartości wilgotności dotyczą otrzymanego brykietu paszowego). Wilgotność materiału paszowego użytego w badaniach wynosiła 16,7%.

Czas formowania brykietu w otworze matrycy zależy jest od wysokości wtlaczonej porcji mieszanki paszowej (prędkości przetłaczania).

Charakteryzując proces formowania brykietu w otworze matrycy można stwierdzić:

- gęstość brykietu nie jest wyznacznikiem jego trwałości określanej w przemyśle paszowym poprzez wytrzymałość kinetyczną,
- wzrost wysokości wtlaczonej porcji mieszanki paszowej (krótszy czas jej formowania w otworze matrycy – większa prędkość przetłaczania) powoduje mniejsze odparowanie cieczy, zawartej w mieszance paszowej podczas brykietowania oraz nieznaczny wzrost wytrzymałości kinetycznej brykietu.

Wnioski

Wysokość porcji materiału wtlaczonego do otworu matrycy przez rolki w ciągu 1 sekundy (prędkość przetłaczania) ma istotny wpływ na gęstość brykietu. Dłuższy czas jej przebywania w otworze matrycy powoduje zwiększenie gęstości brykietu.

Wzrost wysokości wtlaczonej porcji mieszanki paszowej (krótszy czas jej formowania w otworze matrycy) powoduje mniejsze odparowanie cieczy, zawartej w mieszance paszowej, podczas brykietowania, oraz nieznaczny wzrost wytrzymałości kinetycznej brykietu.

Gęstość brykietu nie jest wyznacznikiem jego trwałości określanej w przemyśle paszowym poprzez wytrzymałość kinetyczną

Można przyjąć, że wysokość porcji materiału wtlaczonego przez rolki w ciągu 1 sekundy (prędkość przetłaczania) w badanym procesie brykietowania ze względu na jego wydajność i jakość produktu (brykietu) może wynosić około 2 mm/s.

LITERATURA

- Chłopek M., Dzik T., Hryniewicz M., 2012. Metoda doboru elementów układu roboczego granuladora z płaską matrycą. *Chemik*, **66**, nr 5, 493-500
- Czaban J., 2000. *Ciśnieniowa aglomeracja pasz w układzie roboczym granuladora*. Praca doktorska. Politechnika Białostocka, Białystok
- Drzymała Z., 1988. *Podstawy inżynierii procesu zagęszczania i prasowania materiałów*. PWN, Wyd. I, Warszawa
- Hejft R., 2002. *Ciśnieniowa aglomeracja materiałów roślinnych*. Biblioteka Problemów Eksploatacji. ITE (ISBN 83-7204-251-9)
- Hejft R., Obidziński S., 2012. Konstrukcje matryc w granuladorach z układem roboczym „płaska matryca – rolki zagęszczające” *Chemik*, **66**, nr 5, 479-484
- Obidziński S., Grzybek A., Hejft R., 2006. Czynniki mające wpływ na przebieg procesu zagęszczania materiałów roślinnych i jakość uzyskanego produktu. *Energia Odnawialna*, nr 7, 34-38. (Bioenergetyka Zachodniopomorska. Szczecin).

Praca naukowa finansowana ze środków budżetowych na naukę w latach 2010-2013 jako projekt badawczy MNiSzW Nr N N504488239.