

ANDRZEJ BOCHAT
LESZEK WESOŁOWSKI

Wydział Mechaniczny, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

Nowa konstrukcja zespołu roboczego rozdrabniacza bijakowego

Wprowadzenie

W przemyśle rolno-spożywczym znane są liczne rozwiązania konstrukcyjne maszyn do rozdrabniania zbóż metodą udarnościową. Maszyny te, zwane rozdrabniaczami bijakowymi są powszechnie stosowane [1–5]. Rozdrabnianie ziaren następuje pod wpływem uderzeń bijaków przytwierdzonych poprzez sworznie do wirnika. Wirnik osadzony jest na wale i wykonuje ruch obrotowy względem stałej osi obrotu. Bijaki mają najczęściej kształt płytek prostokątnych lub płytek ze stopniowanymi krawędziami roboczymi [1–5].

W rozdrabniaczach bijakowych stosowanych w gospodarstwach rolniczych stosuje się prędkość obwodową bijaków rzędu (40–80) m/s, a w rozdrabniaczach o dużej wydajności, stosowanych w wytwórniach pasz, nawet do 110 m/s [1–3].

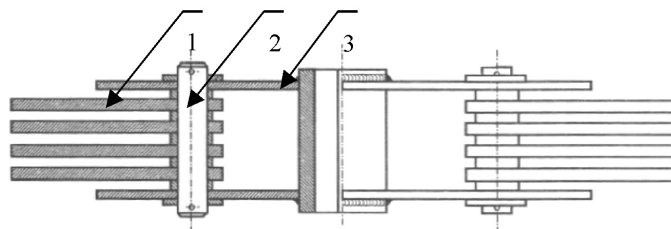
Rozdrabniany materiał doprowadza się albo po stycznej do obwodu komory rozdrabniania, albo też poosiowo. Wskutek uderzenia bijakami cząstki materiału rozdrabnianego uzyskują znaczną prędkość i uderzają o płyty rozdrabniające lub o sita. Po rozbiciu, materiał przez otwory w sitach wydostaje się na zewnątrz komory rozdrabniania. Wadą i niedogodnością znanych rozwiązań konstrukcyjnych rozdrabniaczy bijakowych jest: mała wydajność w stosunku do zużycia energii oraz nagrzewanie się rozdrobnionego materiału, co w efekcie powoduje termiczne niszczenie jego struktury, a tym samym obniżenie wartości biologicznej produktu rozdrabniania [1–3]. Wynika to z faktu, że pod wpływem uderzeń bijaków cząstki materiału zaczynają poruszać się po torach zbliżonych do okręgu. Tworzą one cienką warstwę wirującą po obwodzie wewnętrznym komory rozdrabniania, co powoduje, że pomimo wystarczającego nieraz stopnia rozdrobnienia materiał jeszcze dość długo krąży zanim przejdzie przez otwory w sitach [1–3].

Celem pracy jest zaproponowanie nowej techniki przeciwdziałającej pozostawaniu w komorze rozdrabniania materiału, który już osiągnął żądany stopień rozdrobnienia, przez eliminację zbędnych uderzeń i niepotrzebne, dodatkowe zużycie energii.

Istota nowej konstrukcji zespołu roboczego rozdrabniacza

Istota nowej konstrukcji polega na tym, że zespół roboczy maszyny stanowi wirnik tarczowy osadzony na wale, do którego przymocowane są wahliwie bijaki (bijaki mocowane są rozłącznie do wirnika). Bijaki mają kształt płytek w postaci wycinka koła o kącie rozwarcia co najmniej $22,5^\circ$, zaś otwór mocujący leży na osi symetrii wycinka koła w pobliżu jego podstawy łukowej.

Konstrukcję nowego zespołu roboczego przedstawiono na rys. 1. Zgodnie z rys. 1 zespół roboczy nowej konstrukcji składa się z wirnika – 3 osadzonego na wale napędowym rozdrabniacza. Do wirnika przymocowane są symetrycznie poprzez sworznie – 2 bijaki – 1 w kształcie wycinka koła, w liczbie 16 sztuk.



Rys. 1. Zespół roboczy rozdrabniacza bijakowego: 1 – bijak w kształcie wycinka koła, 2 – sworznie, 3 – wirnik

Komora rozdrabniania jest zasilana poosiowo materiałem z kosza zasypowego. Wirnik z bijakami opasany jest sitem górnym i dolnym. Rozdrobniony materiał jest odprowadzany na zewnątrz maszyny otworem spustowym.

Przedstawione nowe rozwiązanie konstrukcyjne zespołu roboczego rozdrabniacza bijakowego jest przedmiotem patentu RP nr 173497 (A. Bochat, M. Bogusz)

Metoda i omówienie wyników

Na etapie badań wstępnych nowej konstrukcji zespołu roboczego rozdrabniacza bijakowego, przyjęto do rozwiązania następujący problem badawczy:

Czy zastosowanie w tradycyjnym rozdrabniaczu bijakowym H113 (bijaki w kształcie płytek prostokątnych) zespołu roboczego z bijakami w kształcie wycinka koła o kącie rozwarcia 25° zwiększy efektywność jego pracy?

Do oceny efektywności pracy rozdrabniacza, przyjęto trzy podstawowe wskaźniki charakteryzujące skutek działania zespołu roboczego, tj.: wydajność rozdrabniacza W , jednostkowe zużycie energii na rozdrabnianie E , stopień rozdrobnienia materiału f .

W zaplanowanych badaniach zmiennymi niezależnymi były: rodzaj zastosowanego zespołu roboczego Z w rozdrabniaczu bijakowym, pole przekroju S otworu zasilającego komorę rozdrabniania.

W trakcie badań stosowano zespół roboczy z bijakami płytkowymi – prostokątnymi (0°) $Z1$ oraz zespół roboczy z bijakami płytkowymi w kształcie wycinka koła o kącie rozwarcia 25° $Z2$. Bijaki płytkowe-prostokątne miały wymiary (zgodnie

z zasadami rysunku technicznego maszynowego): $138_{-0,1}^{+0,1} \times 45_{-0,1}^{+0,1} \times 6_{-0,05}^{+0,05}$. Natomiast bijaki płytkowe w kształcie wycinka koła o wspomnianym wcześniej kącie rozwarcia, miały długość (wzdłuż osi symetrii) odpowiednio równą $138_{-0,1}^{+0,1}$, przy grubości $6_{-0,05}^{+0,05}$.

Dla potrzeb badań pole przekroju S otworu zasilającego przyjmowało wartości: 27; 45; 65 cm². Natomiast zmiennymi zależnymi podczas badań były wskaźniki (W , E , f) charakteryzujące skutek funkcjonowania zespołu roboczego rozdrabniacza.

Wydajność W rozdrabniacza wyznaczano dzieląc masę m rozdrobnionego materiału przez czas trwania pomiaru t . Jednostkowe zużycie energii E wyznaczano jako stosunek mocy P pobieranej przez silnik rozdrabniacza do wydajności W procesu rozdrabniania. Stopień rozdrobnienia f otrzymanego materiału ustalano za pomocą analizy sitowej.

Eksperyment zaplanowano według klasyfikacji krzyżowej dwuczynnikowej typu 2×3 [6].

Cechy konstrukcyjne prototypu poza bijakami przyjęto identyczne w stosunku do zespołu roboczego tradycyjnego, w który wyposażony jest rozdrabniacz H113, wyprodukowany przez *Fabrykę Maszyn Rolniczych* we Włocławku. Dla danego rozwiązania konstrukcyjnego średnica zespołu roboczego wynosi $D = 0,435$ m, przy jego szerokości $L = 0,085$ m.

Badania tradycyjnej oraz nowej konstrukcji zespołu roboczego prowadzono podczas rozdrabniania pszenicy o wilgotności względnej 16%, stosując prędkość obrotową wirnika $n = 2850$ min⁻¹. W trakcie badań stosowano sita gładkie z otworami walcowymi o średnicy $d = 0,005$ m.

Na podstawie wyników poprzedzających badania właściwe i analizy statystycznej rezultatów, przyjęto 5 replikacji w próbie doświadczalnej. Czas trwania jednej próby doświadczalnej wynosił $t = 30$ s.

Przeprowadzone badania i ich analiza statystyczna wykazały, że rozdrabniacz bijakowy H113 wyposażony w nową konstrukcję zespołu roboczego Z2, uzyskuje większą wydajność W w zakresie (13–28)% w stosunku do rozdrabniacza wyposażonego w tradycyjny zespół roboczy Z1. Jednocześnie nowa konstrukcja zespołu roboczego rozdrabniacza powoduje zmniejszenie w zakresie (10–16)% jednostkowego zużycia energii E na rozdrabnianie materiału. Maksymalna wydajność $W = 0,58$ kg/s została uzyskana dla $S = 65$ cm².

Natomiast jednostkowe zużycie energii E na rozdrabnianie materiału za pomocą rozdrabniacza, wyposażonego w nową

konstrukcję zespołu roboczego Z2 dla $S = 27$; 45 i 65 cm², przyjmowało odpowiednio wartości: 28; 30 i 38 kJ/kg.

W trakcie badań nie stwierdzono istotnego nagrzewania się materiału po rozdrobnieniu (co jest zjawiskiem bardzo korzystnym) oraz tworzenia się szkodliwego pyłu mącznego.

Podane fakty należy tłumaczyć tym, że cząstki rozdrabnianego materiału, uderzone przez bijaki, nie poruszają się po torze kołowym i nie tworzą pierścienia wirującego, lecz poruszają się w przybliżeniu promieniowo w stosunku do sit i natychmiast uderzają o sita. Powoduje to szybsze przechodzenie materiału przez otwory w sitach.

Przeprowadzone badania wykazały, że w materiale rozdrabnianym zespołem roboczym nowej konstrukcji Z2 w stosunku do tradycyjnej konstrukcji Z1 wystąpił:

- spadek frakcji lekkiej z 16 do 2%,
- wzrost zawartości frakcji grubej z 27 do 46%,
- nieznaczny spadek ilości frakcji drobnej.

Wnioski końcowe

1. Przeprowadzone badania, pomimo ograniczonego zasięgu wykazały, że zastosowanie nowej konstrukcji zespołu roboczego rozdrabniacza bijakowego (wg patentu RP nr 173497) z bijakami w kształcie wycinka koła (25°) Z2 w stosunku do tradycyjnej konstrukcji zespołu roboczego (0°) Z1 zwiększa istotnie efektywność procesu rozdrabniania pszenicy.
2. Dokładna identyfikacja procesu rozdrabniania w rozdrabniaczach bijakowych, które wyposażone są w nową konstrukcję zespołu roboczego, wymaga dalszych szerokich badań, w tym między innymi rozdrabniania innych materiałów, prowadzenia badań przy innych cechach konstrukcyjnych zespołu roboczego, sit itd.

LITERATURA

1. A. Bochat, M. Bogusz, J. Kalwaj: Kierunki rozwoju rozdrabniaczy bijakowych ziarna zbóż. Konferencja Naukowo-Techniczna MUPS, Politechnika Białostocka, Białystok, 1998.
2. A. Bochat: Zespół roboczy urządzenia do rozdrabniania materiałów ziarnistych. Opis patentowy nr 173497, 1996.
3. J. Dmitrewski: Teoria i konstrukcja maszyn rolniczych. Warszawa, PWRiL, 1988.
4. J. Flizikowski: Konstrukcja rozdrabniaczy żywności. Wyd. ATR w Bydgoszczy, 2005.
5. R.O Callaghan: Journal of Agricultural Engineering Research 7 (1983)
6. W. Oktaba: Elementy statystyki matematycznej i metodyka doświadczalnictwa. Warszawa, PWN, 1980.