

Tomasz GIĘTKA¹, Krzysztof CIECHACKI¹, Justyna MIŁEK²

tgietka@utp.edu.pl

¹ Zakład Inżynierii Materiałowej, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz² Katedra Inżynierii Chemicznej i Bioprosesowej, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Bydgoszcz

Badania eksploatacyjne prototypowego rozdrabniacza bijakowego RRMB-803

Wprowadzenie

Przygotowanie materiałów roślinnych w różnych dziedzinach przemysłu rolno-spożywczego do przetwórstwa pasz lub przy wytwarzania olejów roślinnych przez rozdrabnianie jest procesem bardzo energochłonnym [Kwiatkowski i in., 2012].

Proces rozdrabniania opisał w sposób teoretyczny wielu autorów, jak Rittinger, Kick, Rebinder, Bond [Flizikowski, 2005; Wesolowski i Bochat, 2010; Kwiatkowski i in., 2012; Kalwaj, 2014].

Ze względu na wielodziedzinowość procesu rozdrabniania materiałów o różnych cechach mechanicznych i właściwościach fizycznych w literaturze i praktyce spotyka się wiele rozwiązań technicznych rozdrabniaczy [Flizikowski, 2005; Marks 2010].

Na podstawie analizy budowy i sposobu działania można wyróżnić cztery podstawowe sposoby rozdrabniania realizowane przy użyciu takich urządzeń jak:

- rozdrabniacz bijakowy (rozbijanie przez zderzenie cząstki z dużą prędkością względną z elementem rozdrabniacza, jakim jest bijak);
- gniotownik (zgniatanie, jako efekt ściskania cząstek dwiema powierzchniami obracającymi się ze stałą prędkością obwodową);
- młelnik walcowy, krumbler (łupanie i kruszenie powstające w wyniku działania na cząstkę dwóch powierzchni, które przemieszczają się względem siebie z różną prędkością obwodową);
- kruszarka materiałów zbrulonych (rozcieranie prowadzone za pomocą dwóch powierzchni, z których jedna jest nieruchoma).

Celem pracy była ocena wydajności, energochłonności i poziomu hałasu podczas rozdrabniania surowca ziarnistego za pomocą prototypowego rozdrabniacza bijakowego RRMB-803.

Badania eksploatacyjne

Ze względów ekonomicznych i formalnych dopuszczenie prototypowego rozdrabniacza bijakowego RRMB-803 (Rys. 1) do użytkowania wymaga weryfikacji przez pomiar środowiskowych czynników pracy czyli wydajności, zużycia energii elektrycznej i poziomu hałasu.

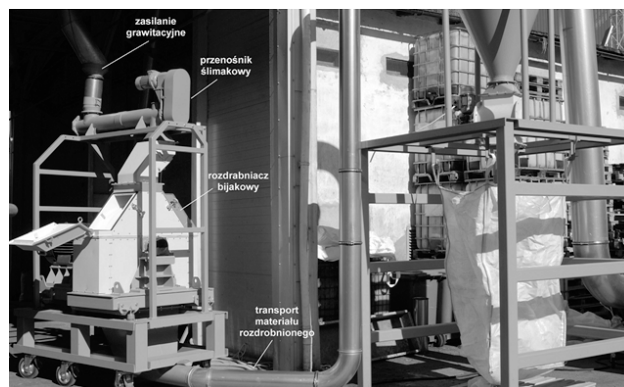
Materiały. Do badań eksploatacyjnych użyto dwóch rodzajów ziarna: pszenicę i kukurydzę. Rozdrabniane ziarno składowane było w silosach pionowych o stałych parametrach przechowywania. Wilgotność ziarna pszenicy wynosiła 12,1%, a kukurydzy – 12,4%. Temperatura przechowywania wynosiła 18,3 °C.

Metodyka. Zasilanie rozdrabniacza odbywało się za pomocą przenośnika ślimakowego o regulowanej prędkości obrotowej ślimaka 0÷90 obr/min i o mocy silnika 1,1 kW. Stosowano trzy długości bijaków: 173 mm, 177 mm oraz 181 mm, w wyniku czego zmieniano

wielkość szczeliny roboczej, która wynosiła odpowiednio 14, 10 i 6 mm. Podczas pomiarów użyto sit o czterech wielkościach średnic roboczych 3, 6, 8 i 10 mm.

Dla określenia poziomu hałasu emitowanego przez pracujący układ do rozdrabniania ziarna zmierzono wartości poziomu tła akustycznego oraz ustalono poziom natężenia dźwięku (ciśnienia akustycznego) pracującego rozdrabniacza dla sit o różnych wielkościach otworów. Pomiary przeprowadzono zgodnie z normą [PN-EN ISO 3744:2011].

Przeprowadzono również pomiar zużycia energii [Wh/t] oraz wydajności [t/h] rozdrabniacza.



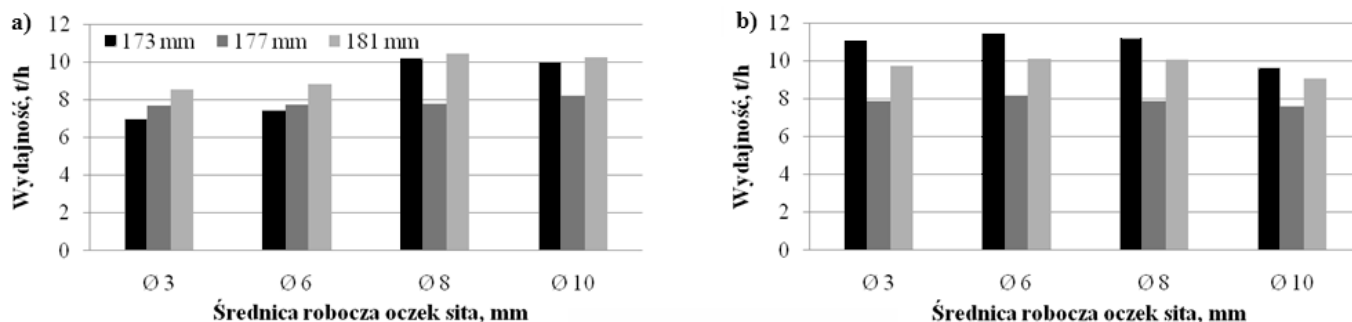
Rys. 1. Instalacja układu rozdrabniania i odbioru materiału [materiały własne, 2015]

Wyniki i dyskusja

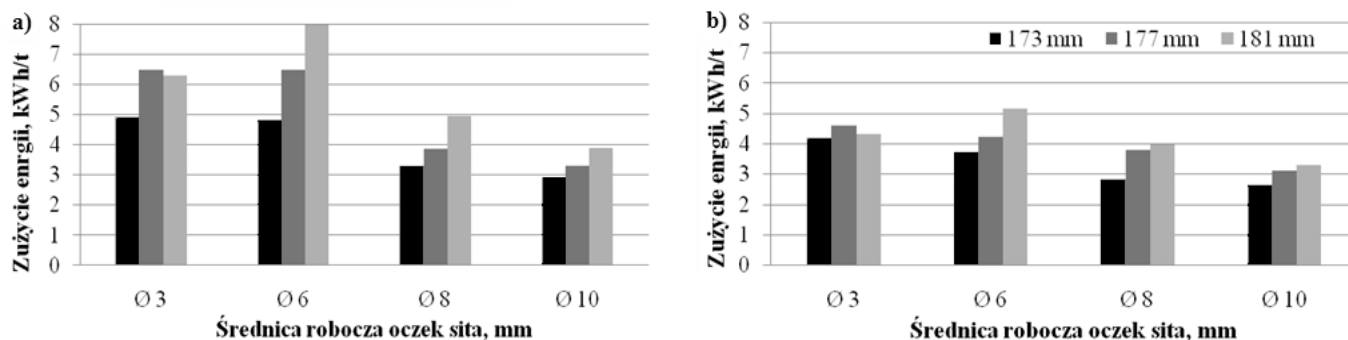
Wyniki uzyskane z pomiarów przedstawiono na wykresach wydajności (Rys. 2), zużycia energii elektrycznej (Rys. 3) oraz poziomu hałasu (Rys. 4) w zależności od długości bijaka oraz średnicy roboczej oczek sita.

Dokonując analizy wyników procesu rozdrabniania należy zwrócić szczególną uwagę na zależność wydajności od długości bijaka rozdrabniającego. W przypadku rozdrabniania zarówno pszenicy, jak i kukurydzy bijakiem o długości 177 mm niezależnie od średnicy roboczej oczek sita uzyskiwano zbliżoną wydajność, która wynosiła 8 t/h.

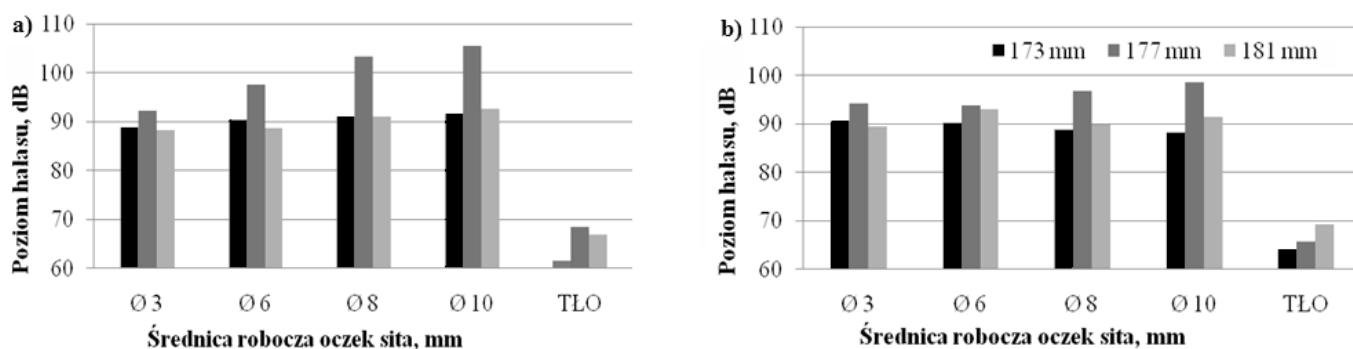
Dla najkrótszych bijaków o długości 173 mm przy rozdrabnianiu pszenicy wydajność rosła wraz ze wzrostem średnicy otworów sita. Przy rozdrabnianiu kukurydzy zależność była odwrotna, czyli wydajność była najniższa dla sita o otworach o największej średnicy i wynosiła 9,62 t/h.



Rys. 2. Zależność wydajności rozdrabniacza [t/h] od średnicy roboczej oczek sita i długości bijaka: a) pszenica, b) kukurydza



Rys. 3. Zależność zużycia energii elektrycznej przez rozdrabniacz [kWh/t] od średnicy roboczej oczek sita i długości bijak: a) pszenica, b) kukurydza



Rys. 4. Zależność poziomu hałasu rozdrabniacza [dB] od średnicy roboczej oczek sita i długości bijak: a) pszenica, b) kukurydza

Zużycie energii elektrycznej miało ścisły związek z długością bijaków i prawie dla wszystkich przypadków, niezależnie od medium rozdrabnianego, rosło wraz z długością bijaków. Było to również zauważalne podczas pracy jałowej rozdrabniacza. Wartość mocy pobieranej przy najdłuższych bijakach wynosiła 6,45 kW, zaś dla najkrótszych 6,2 kW. Zużycie energii jest zdecydowanie większe podczas rozdrabniania pszenicy niż kukurydzy. Wartości te wyrównywały się przy sitach o największych średnicach otworów 8 i 10 mm. Dla pełnej oceny zużycia jednostkowej energii należy dokonać szczegółowej analizy rozdrobnionego materiału, a w szczególności określić wymiary frakcji rozdrobnionej.

Analiza poziomu hałasu emitowanego przez pracujący rozdrabniacz bijakowy pozwoliła na jednoznaczne stwierdzenie, że dla obu materiałów rozdrabnianych największy poziom hałasu generowały bijaki o długości 177 mm. Charakter zmiany poziomu hałasu był liniowy i rósł wraz z wielkością średnicy roboczej sita. Wartość natężenia hałasu założona przez projektantów-konstruktorów została ustalona na poziomie 90 Bdb. W przypadku bijaków o długości 173 i 181 mm poziom ten prawie we wszystkich przypadkach został osiągnięty. W przypadku bijaków o długości 177 mm poziom hałasu znacznie przekraczał założoną wartość, a maksimum (105,4 Bdb.) osiągał podczas rozdrabniania pszenicy z zastosowanym sitem o średnicy oczek 10 mm.

Podsumowanie i wnioski

Badania przeprowadzono na przemysłowym rozdrabniaczu bijakowym RRMB-803 zaprojektowanym i wytworzonym przez Toruńskie Zakłady Urzędzeń Młynskich SPOMASZ S.A.

Weryfikacja wyników otrzymanych podczas prób eksploatacyjnych wypadła bardzo pozytywnie.

Zakładana wydajność miała się kształtować na poziomie 5÷6 t/h, a uzyskane wyniki średnio o 70% przewyższały założone wartości.

LITERATURA

- Flizikowski J.B., 2005. Konstrukcja rozdrabniaczy żywności. Wyd. ART, Bydgoszcz (ISBN 83-89334-42-9)
- Kalwaj J., 2014. Dobór optymalnych energetycznie parametrów konstrukcyjnych rozdrabniaczy bijakowych do ziarna zbóż. *Inż. Ap. Chem.*, **53**, 2, 82-83
- Kwiatkowski S.P., K. Zawiślak, P. Sobczak, 2012. Ocena procesu rozdrabniania ziarna jęczmienia rozdrabniaczami bijakowymi. *Acta Sci. Pol., Technica Agraria*, **11**, 3-4, 65-72
- Marks N., 2010. Wpływ wilgotności na zużycie energii bezpośredniej w procesie rozdrabniania ziarna żyta i pszenżyta. *Inż. Roln.*, 7(125), 125-130
- PN-71/C-04501, 1971. *Analiza sitowa. Przesiewanie*
- PN-EN ISO 3744:2011. *Akustyka - Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej i poziomów energii akustycznej źródeł hałasu na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego -- Metody techniczne stosowane w warunkach zbliżonych do pola swobodnego nad płaszczyzną odbijającą dźwięk*
- SPOMASZ, 2014. Toruńskie Zakłady Urzędzeń Młynskich SPOMASZ S.A. Materiały firmowe
- Sprawozdanie, 2015. *Przeprowadzenie badań przed eksploatacyjnych i użytkowych prototypowego rozdrabniacza bijakowego RRMA-803 w ramach zlecenia BZ-194/2014/WIM (Praca niepublikowana)*
- Warechowski J., Warechowska M., Kózniewski K., 2012. Wpływ rozdrabniacza na właściwości fizyczne śruty pszennej. *Zesz. Probl. Postępów Nauk Roln.*, **570**, 117-125
- Wesołowski L., Bochat A., 2010. Próba modelowania bijakowego rozdrabniania materiałów ziarnistych. *Inż. Ap. Chem.*, **49**, 5, 127-129

Praca została zrealizowana dzięki dofinansowaniu w ramach Vouchera Badawczego wskazanego we wniosku nr VB/03/2014/069.

Badania wykonano dzięki uprzejmości firmy Drobex-Pasz Sp. z o.o. Autorzy szczególnie dziękują mgr. inż. Janowi Kołodziejowi i mgr. inż. Markowi Szymczakowi, którzy uczestniczyli w pomiarach.