

JERZY KALWAJ

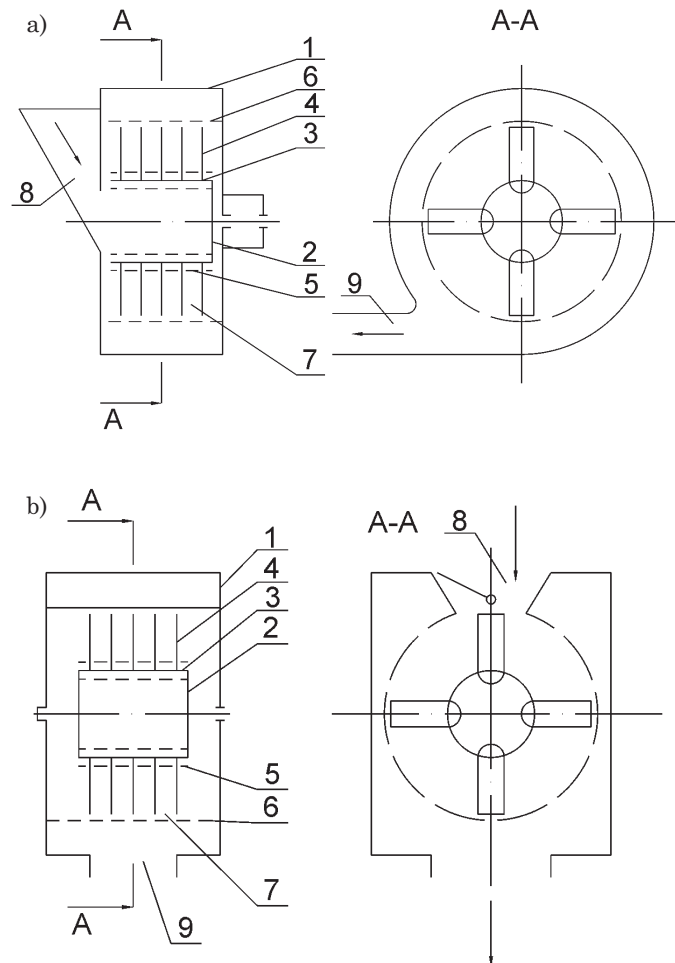
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

Wpływ konstrukcji wirnika na energochłonność rozdrabniacza udarowego ziarna zbóż

Wstęp

Metoda udarowego rozdrabniania materiałów sypkich znalazła powszechne zastosowanie w rozdrabniaczach ziarna zbóż w przemyśle paszowym. Maszyny te oprócz wielu zalet, głównie możliwość zastosowania do różnorodnych surowców, posiadają również wady wśród których najistotniejsza, to znaczna energochłonność na tle innych maszyn przetwórczych. Jednym ze skutecznych sposobów zmniejszenia zużycia energii przez rozdrabniacze udarowe jest optymalizacja parametrów konstrukcyjnych głównych zespołów roboczych, do których należy wirnik z bijakami.

W warunkach przemysłowych znane są dwa podstawowe rozwiązania konstrukcyjne rozdrabniaczy udarowo-bijakowych (Rys. 1), z wirnikiem łożyskowanych jednostronnie (Rys. 1a) oraz dwustronnie (Rys. 1b).



Rys. 1. Schematyczna budowa rozdrabniacza udarowo-bijakowego: a) łożyskowanie jednostronne, b) łożyskowanie dwustronne

Wirnik określa odpowiedni sposób osadzenia i pracy bijaków oraz pełni funkcję przekaźnika energii od napędu do tych elementów.

W niniejszym opracowaniu podjęto próbę doboru najkorzystniejszych parametrów wirnika jako całości konstrukcyjnej w odniesieniu do rozdrabniaczy małej i średniej wydajności w zakresie $0,5-3 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$.

Ocena literaturowa zagadnienia

Analizując dwie odmiany konstrukcyjne rozdrabniaczy udarowych (Rys. 1) należy stwierdzić, że sposób łożyskowania wirnika określa usytuowanie otworu zasilającego: w łożyskowanym jednostronnym, jest to zasilanie boczne (górne, centralne lub dolne), natomiast w dwustronnym obwodowe (centryczne lub styczne).

Powyższe konstrukcje rozdrabniaczy stanowiły podstawy wielu badań, z których wynika, że przewaga pierwszego nad drugim przejawia się w [1-3]:

- mniejszym jednostkowym zużyciu energii na rozdrabnianie,
- równomiernym rozkładem materiału rozdrabnianego na obwodzie komory roboczej czego skutkiem są mniejsze drgania i hałas maszyny oraz wolniej zużywające się bijaki i sita.

Mimo tych zalet, w zakresie dużych wydajności powyżej $3 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$ produkuje się rozdrabniacze łożyskowane dwustronnie [2].

Oceniając publikacje z zakresu wpływu konstrukcji wirnika na energochłonność rozdrabniacza należy uznać za wyczerpujące badania dotyczące [1-3]:

- usytuowania otworu zasypowego w konstrukcji z łożyskowaniem jednostronnym – najkorzystniejsza okazała się lokalizacja centralna z przepływem ziarna przez wirnik,
- kształtu wirnika – najkorzystniejszym energetycznie jest wirnik pierścieniowy w porównaniu z tarczowym i wieloramiennym,
- długość wirnika w aspekcie wydajności – stwierdzono zależność wprost proporcjonalną liniową.

Natomiast za cząstkowe i niewystarczające można przyjąć badania:

- zależność poboru energii na rozdrabnianie od średnicy wirnika dla wariantu z łożyskowaniem jednostronnym i małą wydajnością,
- wpływu na energochłonność długości czynnej wirnika, również w zakresie małych wydajności.

Uwzględniając powyższe spostrzeżenia, uznano za zasadne rozwiązanie następujących problemów badawczych:

- jaki jest optymalny zakres wartości średniej wirnika rozdrabniacza w aspekcie poboru energii na proces roboczy?

b) w jaki sposób wpływa zmiana długości wirnika podczas zwiększania wydajności rozdrabniacza na jego energochłonność?

Rozwiązanie pierwszego problemu pozwala na optymalne konstruowanie komór roboczych w małych rozdrabniaczach, natomiast drugiego doboru właściwej mocy napędu maszyny.

Badania doświadczalne

W celu rozwiązania zadań zawartych w problemach badawczych przeprowadzono pomiary w dwóch etapach. Pierwszy w *Laboratorium Maszyn Specjalnych UTP* w Bydgoszczy na modelu rozdrabniacza o zmiennych parametrach wirnika. Drugi etap, stanowiący badania weryfikacyjne, na obiektach przemysłowych na pięciu rozdrabniaczach typu H, produkowanych przez *Fabrykę Maszyn Rolniczych Chojnów*, o wydajności od 300–2000 kg/h, z wirnikiem łożyskowym jednostronnie i zasilanych silnikami o mocy w zakresie od 3 do 11 kW. Jako materiału do badań użyto reprezentanta twardego ziarna zbóż – jęczmienia oraz miękkiego – pszenicy.

Badania dotyczyły następującej zależności:

$$E = f(DK, LK) \quad \text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \quad (1)$$

dla jęczmienia i pszenicy, przy stałej średnicy otworów sita $d = 5 \text{ mm}$

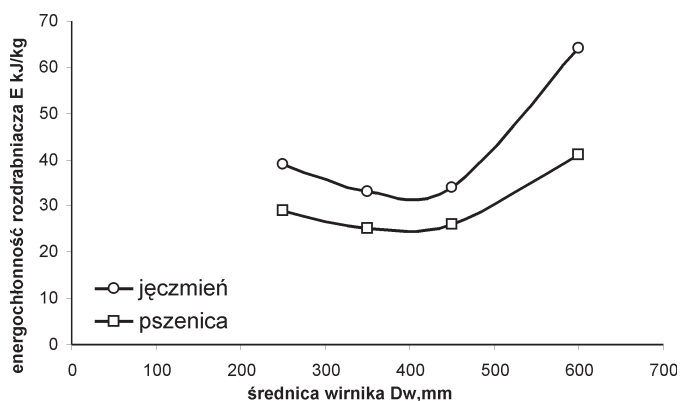
gdzie:

E – energochłonność, obliczana jako stosunek poboru mocy efektywnej do wydajności, [$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$]

D_K – średnica wirnika, [mm]

L_K – długość wirnika, [mm].

Wyniki pomiarów bezpośrednich poddano obróbce statystycznej natomiast 28 $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ wartości końcowe stanowiły podstawę do opracowania przebiegów graficznych badanych funkcji. Na rys. 2 przedstawiono zależność energochłonności rozdrabniacza od średnicy wirnika dla dwóch rodzajów materiału zbożowego.

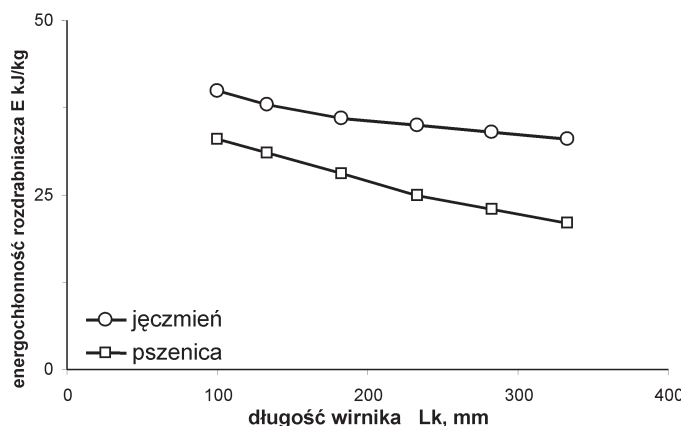


Rys. 2. Zależność energochłonności rozdrabniacza udarowego od średnicy wirnika dla dwóch rodzajów surowca

Przebiegi mają charakter krzywych drugiego stopnia z charakterystycznym punktem przegięcia, określającym minimum funkcji.

Wartości minimalne są podobne w dla zmiennych niezależnych a odpowiadająca im energochłonność wynosi odpowiednio: 35 $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ dla jęczmienia i 28 $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ dla pszenicy. Zakres średnic odpowiadający tym najkorzystniejszą wartością zawiera się w przedziale 350–450 mm.

Na rys. 3 przedstawiono zależność energochłonności rozdrabniacza w zależności od długości czynnej wirnika dla dwóch rodzajów ziarna zbóż.



Rys. 3. Zależność energochłonności rozdrabniacza udarowego od długości wirnika dla dwóch rodzajów surowca

Jak widać, wykresy mają przebieg liniowy malejący od 40 do 33 $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ dla jęczmienia oraz od 34 do 22 $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ dla pszenicy. Podczas zwiększania długości wirnika szybciej następował wzrost wydajności niż pobór mocy maszyny – stąd malejący przebieg energochłonności.

Wnioski

1. Obecnie w Polsce wzrasta zapotrzebowanie na rozdrabniacze udarowo-bijakowe o małej i średniej wydajności.
2. Na koszty eksploatacji rozdrabniaczy wpływa energochłonność maszyny zależna przede wszystkim od parametrów konstrukcyjnych wirnika.
3. Optymalna wartość średniej wirnika dla rozdrabniaczy małej wydajności zawiera się w przedziale 350–450 mm.
4. Wydajność rozdrabniacza należy określać długością wirnika, dla której należy dobrać odpowiednią wartość mocy napędu.

LITERATURA

1. J. Kalwaj: Badania nad efektywnością pracy rozdrabniaczy udarowych. Konferencja „Inżynieria maszyn”. ATR, Bydgoszcz, 1999.
2. J. Kalwaj, A. Mroziński: The problem of energy consumption in hammer mill for corn grain. Międzynarodowy Kongres „Chisa”, Praga, 2002.
3. J. Kalwaj: Inż. Ap. Chem., 46, nr 1, 55 (2007).