

JERZY KALWAJ

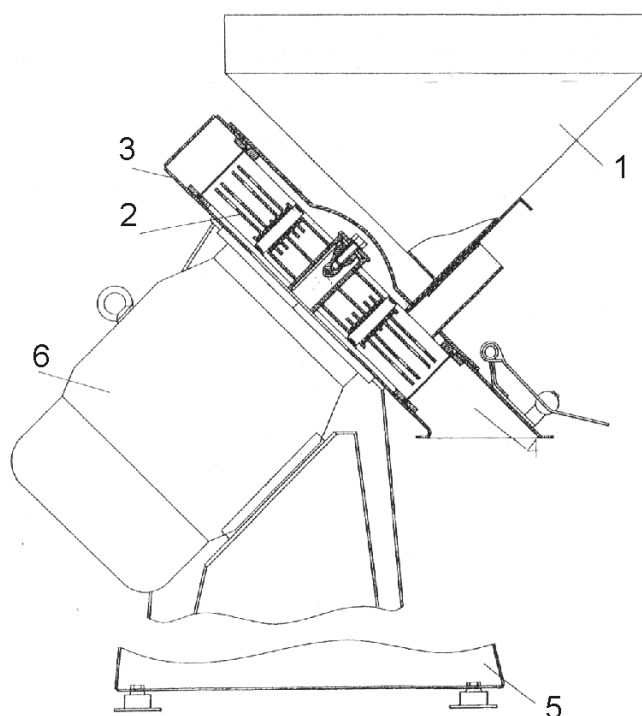
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

# Wpływ konstrukcji bijaków na efektywność rozdrabniania udarowego ziarna zbóż

## Wstęp

Nowoczesne linie produkcyjne mieszanek paszowych powinny zapewnić dużą niezawodność i ciągłość procesów przetwórczych, do których należy przede wszystkim rozdrabnianie komponentów zbożowych. Proces ten realizuje się za pomocą rozdrabniaczy udarowych (Rys. 1), których podstawową wadą są znaczne koszty eksploatacji na tle innych maszyn przetwórczych [1]. Koszty wynikają z dużej energochłonności maszyny oraz niskiej trwałości elementów roboczych bijaków i sit.

Bijaki stanowią elementy zespołu roboczego rozdrabniacza, które podczas zderzeń z cząstkami surowca przekazują im bardzo dużą energię kinematyczną. Energia ta powoduje w materiale powstawanie naprężeń większych od wiązań cząsteczkowych w następstwie czego następuje ich rozpad. W przypadku rozdrabniania ziarna zbóż minimalna prędkość obwodowa końca bijaków wynosi  $42 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , natomiast średnia liczba zderzeń w celu uzyskania wymagającego stopnia rozdrobnienia wynosi od 8 do 12 [2]. Redukcja wymiarowa cząstek umożliwia ich przejście przez perforację sita na zewnątrz maszyny. Siłami napędowymi przesiewania są uderzenia bijaków, siły odśrodkowe oraz strumień powietrza przepływający przez komorę roboczą.



Rys. 1. Rozdrabniacz udarowy: 1-kosz zasypowy, 2 - wirnik, 3 - obudowa, 4 - otwór wysypowy, 5 - rama, 6 - silnik

W opracowaniu podjęto próbę oceny i optymalizacji konstrukcji bijaków w aspekcie kosztów eksploatacji rozdrabniacza.

## Analiza literaturowa zagadnienia

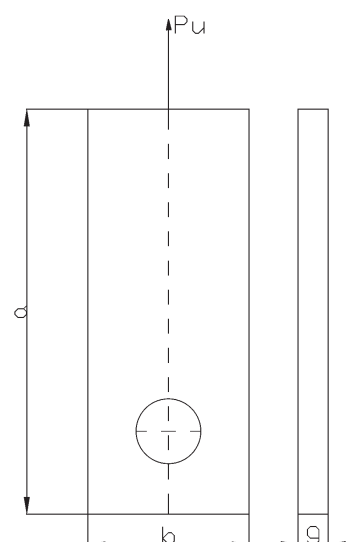
W typowym rozdrabniaczu udarowym pojedynczy bijak jest prostokątną płytką z otworem mocującym go suwliwie na sworzniu (Rys. 2).

Wąska powierzchnia płytki stanowi część roboczą bijaka, która zderzając się ze strumieniem ziarna ulega stopniowo zużyciu. Zmieniając kierunek wirowania można wykorzystać obie powierzchnie robocze, wówczas przebieg procesu zużycia bijaka przedstawia się jak na rys. 3.

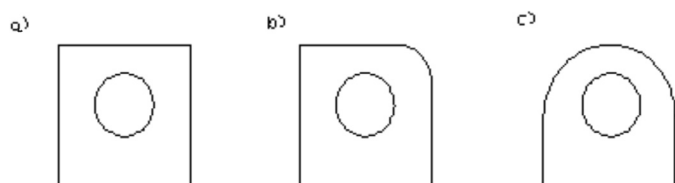
Trwałość standardowego zespołu bijaków wynosi ok. 2000 godzin pracy. Należy podkreślić, że czas ich wymiany na nowe wynosi ok. 4 godz. [1]. Niska trwałość bijaków i znaczna energochłonność rozdrabniacza stanowią główne powody dużych kosztów eksploatacji tych maszyn przetwórczych.

Analizując publikowane wyniki badań dotyczące bijaków, należy stwierdzić, że dotychczas zbadano w stopniu wystarczającym wpływ następujących parametrów [1-3]:

- prędkości obwodowej końca bijaków – określając wartość optymalną w zakresie  $80\text{--}110 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ;
- ogólnego kształtu geometrycznego – stwierdzając, że najmniejsza energochłonność odpowiada prostokątnej konstrukcji bijaka o grubości dla ziarna zbóż w zakresie 2–4 cm, natomiast optymalna długość i położenie otworu



Rys. 2. Parametry geometryczne bijaka: *a* - długość, *b* - szerokość, *g* - grubość



Rys. 3. Schemat zużycia bijaka standardowego: a) nowy, b) częściowo zużyty, c) całkowicie zużyty

mocującego określono doświadczalnie w funkcji średnicy tarczy wirnika;

c) strony jakościowej przebiegu procesu – stwierdzając odchylenie się bijaków w kierunku przeciwnym do ruchu o kąt 11–1 oraz zjawisko tworzenia się wirującego pierścienia materiału o grubość 10–15 mm.

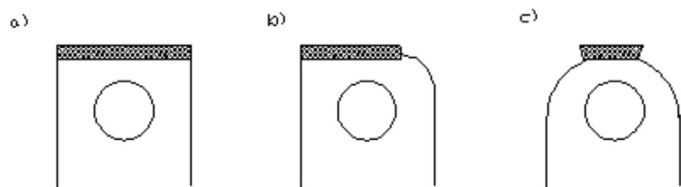
Takie zagadnienie jak wpływ cech geometrycznych i materiałowych na przebieg zużycia i trwałość bijaków nie zostało dotychczas zbadane w stopniu wystarczającym.

Stąd, problem badawczy oczekując rozwiązania, sformułowano w postaci następującego pytania: *Jakie parametry konstrukcyjne i materiałowe bijaków powodują zmniejszenie kosztów eksploatacji rozdrabniacza?*

### Badania doświadczalne

W tej części artykułu zawarto opis porównawczy wyników badań własnych bijaków oraz wiodących producentów rozdrabniaczy w tym zakresie.

Szybkość zużycia bijaków oraz czas ich wymiany oddziałują w sposób istotny na koszty eksploatacji rozdrabniaczy. Inżynieria zużycia bijaków standardowych (stal sprężynowa 60G) polega na stopniowym zaokrągleniu części zwanej stopą bijaka (Rys. 3). Zjawisko to powoduje zmiany w przebiegu procesu rozdrabniania – wytwarzania niepożądanego pyłu w produkcji oraz wzrost zapotrzebowania na energię. Jednym ze sposobów poprawy tego zjawiska jest zastosowanie bijaków ze stopą pokrytą węglnikami przez zastosowanie metalizacji natryskowej. Etapy zużycia takich bijaków zostały przedstawione na rys. 4 [1].



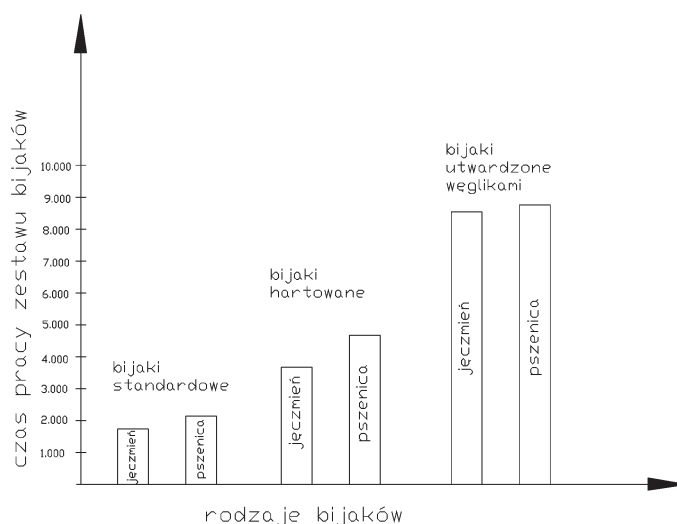
Rys. 4. Bijak utwardzony: a) nowy, b) częściowo zużyty, c) całkowicie zużyty

Poza zwiększoną trwałością, również produkt uzyskany z wykorzystaniem takich bijaków charakteryzuje się lepszą jakością, przede wszystkim mniejszą zawartością frakcji pylistej. Jednak zabieg utwardzania natryskowego jest skomplikowany i kosztowny. Innym sposobem poprawy trwałości bijaków jest ich hartowanie: powierzchniowe – całkowite lub miejscowe oraz ulepszanie cieplne.

Badania własne przeprowadzone z użyciem bijaków ulepszonych cieplnie (stal 40HM) pozwoliły uzyskać około dwukrotne zwiększenie trwałości. Dopiero hartowanie miejscowe z zastosowaniem techniki laserowej powoduje korzystne zmiany zużycia bijaków [3].

Porównawcze wyniki badań eksploatacyjnych dla trzech odmian bijaków zawarto w diagramie na rys. 5.

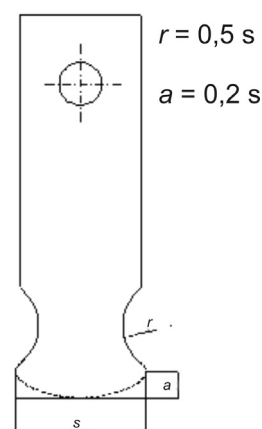
Zastosowanie bijaków hartowanych powoduje wzrost trwałości o 110% w porównaniu ze standardowymi oraz ok. 400% poprzez utwardzenie stopy bijaka węglnikami. W ocenie całościowej efektów należy jednak uwzględnić wartość kosztów poszczególnych zabiegów technologicznych.



Rys. 5. Czas pracy zespołu bijaków w zależności od tworzywa konstrukcyjnego dla dwóch surowców zbożowych

W celu poprawy charakteru zużycia bijaków standardowych i hartowanych można, wg autora, wprowadzić modernizację kształtu poprzez wycięcia koliste w pobliżu stopy bijaka jak na rys. 6. Taka krzywizna powoduje, że po zderzeniu z ziarnem następuje odrzucenie cząstek w różnych kierunkach. Zjawisko to nie zanika w trakcie zużywania stopy bijaka.

Badania wstępne wykazały korzystne zmiany w eksploatacji tych bijaków. Brak jest jeszcze oceny całościowej efektów tej zmiany konstrukcyjnej.



Rys. 6. Konstrukcja bijaka zmodernizowanego (proponycja autorska)

### Wnioski

1. Na koszty eksploatacji rozdrabniaczy udarowo-bijakowych wpływają parametry konstrukcyjne i trwałość bijaków;
2. Badania eksploatacyjne wykazały, że największą trwałość mają bijaki utwardzone węglnikami, kilkakrotnie większą od bijaków hartowanych, które z kolei są około dwukrotnie trwalsze od bijaków standardowych wykorzystywanych ze stali sprężynowej;
3. Istnieje, wg autora, możliwość modernizacji kształtu bijaków (Rys. 6) w celu poprawy ich efektywności – konstrukcja ta wymaga jeszcze szczegółowych badań.

### LITERATURA

1. J. Kalwaj, Z. Kikiewicz: Przegląd Zbożowo-Młynarski nr 1, (1981).
2. J. Kalwaj: Badanie wpływu konstrukcji wirnika rozdrabniacza bijakowego na efektywność rozdrabniania zbóż. Praca doktorska, Politechnika Poznańska, 1987.
3. J. Kalwaj: Aspekty energetyczne rozdrabniaczy w przemyśle spożywczym. IV Konferencja PAN „Budowa i eksploatacja maszyn”, Gdańsk, 1993.