

ANALIZA ROZKŁADU PRZESIEWALNOŚCI ZIARNA NA WZDŁUŻNIE NACHYLONYM SIECIE ŻALUZZJOWYM

Anna Olszewska, Jan Banasiak, Jerzy Bieniek
Institut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

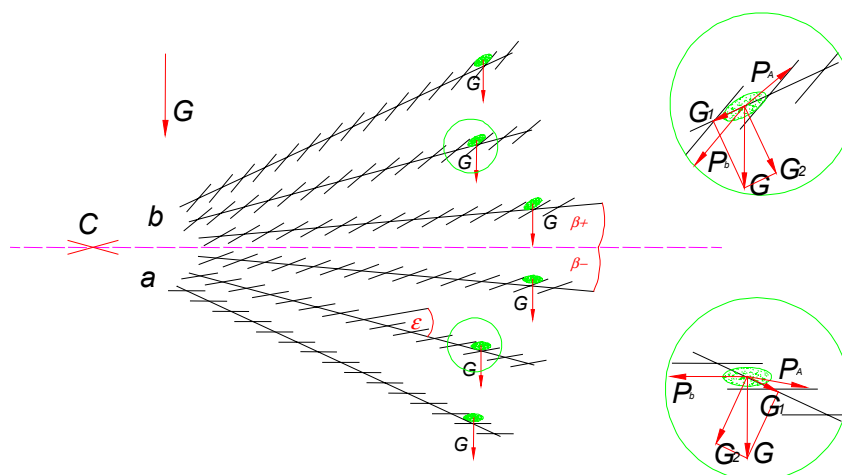
Streszczenie. Analiza wzdłużnego rozkładu przesiewalności wykazała, że wzrost nachylenia płaszczyzny głównej sita żaluzjowego (nachylenia terenu), skutkuje pogorszeniem rozkładu przesiewalności. Eksploatacyjnym skutkiem pogorszenia przesiewalności może być wzrost strat ziarna.

Słowa kluczowe: sito żaluzjowe, szczelina robocza, nachylenie, rozkład przesiewalności

Wstęp i cel pracy

Badania polowe nad skutkami nachylenia płaszczyzny głównej sita w kombajnach zbożowych, wykazały szczególny wpływ nachylenia wzdłużnego na przesiewalność na sicie oraz na poziom strat ziarna. Potwierdzono także istnienie związku między przesiewalnością ziarna a poziomem strat średnich [Banasiak i in. 2006; Pogoda 2007]. Podczas jazdy roboczej kombajnu do zbioru zbóż wzdłuż stoku, stosowny tam separator sitowy, zmienia swe położenie względem płaszczyzny poziomej i kierunku wektora siły grawitacji. Wraz ze zmianą położenia płaszczyzny głównej separatora, następuje zmiana położenia płytek żaluzjowych sita. Analizę geometryczną zmian wzdłużnych płaszczyzny głównej sita i płytek żaluzji przedstawia rysunek 1. Wynika z niej, że zmiana kąta nachylenia płaszczyzny głównej sita od β^+ do β^- , przenosi się na nachylenie płytek żaluzjowych, w trakcie którego stopniowo zmniejsza się możliwość swobodnego spadania ziarna. W skrajnym przypadku możemy mówić o wymuszeniu ruchu ziarna kinematyką mechanizmów napędowych kosza, bez udziału składowej siły grawitacji. Efekt taki pojawia się w fazie jazdy roboczej kombajnu w górę zbocza (rys. 1a).

Wiążąc poziom strat ziarna w kombajnie z przesiewalnością na sitach zespołu separatora, przyjęto hipotezę roboczą o wpływie nachylenia płaszczyzny głównej sita i płytek żaluzjowych na przesiewalność ziarna. Celem opracowania jest przedstawienie wyników analizy przesiewalności ziarna przez nachyloną wzdłużnie powierzchnię roboczą sita żaluzjowego przy różnym nachyleniu płytek żaluzji.

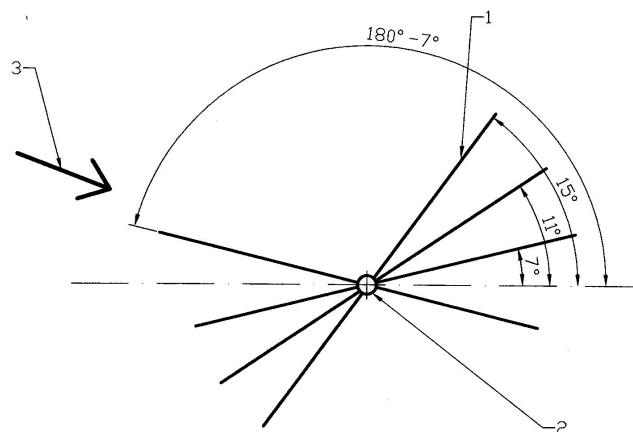


Rys. 1. Schemat wzdluznych zmian polozenia ploszczyzny glownej sita wraz z rozkladem sil dzialajacych na element ziarnisty w szczeliny roboczej: a – jazda „w górę”; b – jazda „w dół”; $G=m_z \cdot g$ – ciężar ziarna; G_1, G_2 – składowe od siły ciężkości; P_A, P_B – wektory bezwładności wymuszone ruchem sita; C – punkt obrotu ploszczyzny glownej sita

Fig. 1. Diagram showing longitudinal changes in the screen principal plane position with distribution of forces acting on a granular element in a working gap: a – run “up”; b – run “down”; $G=m_z \cdot g$ – grain weight; G_1, G_2 – terrestrial gravity force components; P_A, P_B – vectors of inertia forced by screen motion; C – pivoting point of the screen principal plane

Obiekt, zakres i metodyka badań

W badaniach rozkładu przesiewalności ziarna na nachylonym sicie żaluzjowym, zmiennymi zadanymi były dwie grupy kątów nachylenia. Pierwsza, poprzez zmianę kąta nachylenia ploszczyzny glownej sita do ploszczyzny poziomej (β), odwzorowywała nachylenie terenu. Drugą grupę stanowiły kąty nachylenia płytek żaluzji względem glownej ploszczyzny sitowej (ϵ). Symulowana zmienność nachylenia ploszczyzny glownej sita mieściła się w zakresie 0-15°. Zadawane w badaniach nachylenie płytek żaluzjowych każdorazowo skutkowało konstrukcyjnie zakładaną zmianą wielkości szczeliny roboczej. Schemat ustawienia płytek żaluzjowych w trakcie wykonywanych pomiarów przedstawia rysunek 2.



Rys. 2. Schemat ustawienia płytek żaluzyjnych podczas badań eksperymentalnych: 1 – położenie płytki żaluzji; 2 – oś obrotu płytki żaluzji; 3 – kierunek ruchu ziarna na powierzchni sita
 Fig. 2. Diagram showing shutter plates during experimental research: 1 – shutter plate position; 2 – shutter plate axis of rotation; 3 – direction of grain movement on screen surface

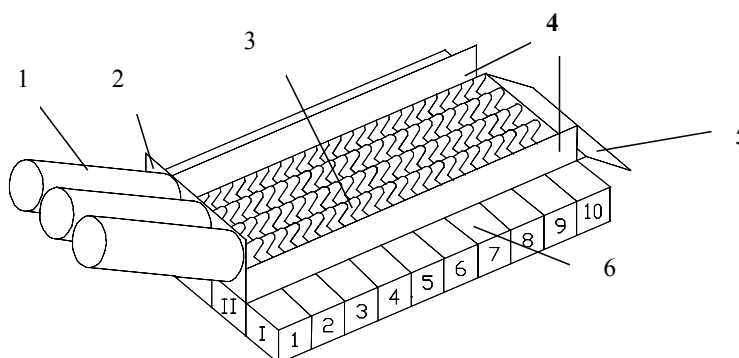
Wykonany model badawczy (panel, rys. 3), w pełni odwzorowywał procesowe właściwości sit żaluzyjnych, stosowanych w kombajnach zbożowych. Model zainstalowano na przechyłowym stanowisku badawczym [Banasiak i in. 2003], zapewniającym parametry kinematyczne, zgodne ze stosowanymi w kombajnach zbożowym. Trójdzielność kosza zasypowego miała zapewnić trójstrumieniowe zasilanie sita. Kąt nachylenia i odległość płaszczyzn wylotowych od płaszczyzny sita odpowiada parametrom podsiewacza kombajnu. Wymiary, podstawowe dane kinematyczne i zadawane wielkości zmiennych przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Charakterystyka eksploatacyjnych warunków badań
 Table 1. Characteristics of the research service conditions

Wyszczególnienie	Jednostka	Wartość
Układ napędu kosza sitowego		
<i>Prędkość kątowa wału</i>	rad s ⁻¹	31,4
Amplituda sita	m	0,07
Częstotliwość drgań sita	cykl s ⁻¹	5
Przełożenie przekładni pasowej	-	0,49
Sekcja sitowa		
Kąt nachylenia sita wzdłużny β-	°	0; 2,2; 5; 9,7; 11,7; 15
<i>Długość</i>	mm	950
<i>Szerokość</i>	mm	250
<i>Powierzchnia</i>	mm ²	237 500
<i>Wielkość szczeliny roboczej</i>	mm	4,5; 6,5; 9; 4,5
Nachylenie płytek żaluzji	°	7; 11; 15; 180-7

Przesiewaniu poddawano próby ziarna pszenicy jarej (bez zanieczyszczeń) o masie początkowej 2000 g i średnim wymiarze grubości ziarniaka 4 mm. Pod modelem sita umieszczonych było 50 pudełek (punktów pomiarowych) rozmieszczonych wzdłuż biegu ziarna w 5 rzędach (rys. 3).

Pomiary rozkładu masy (g) w pojemnikach pomiarowych wykonywano w 7 powtórzeniach. Wielkości średnie wyliczono z 5 pomiarów, odrzucając ze zbioru danych 2 wyniki „skrajne”. Analizę statystyczną wykonano w oparciu o pakiet Statistica 7.0.



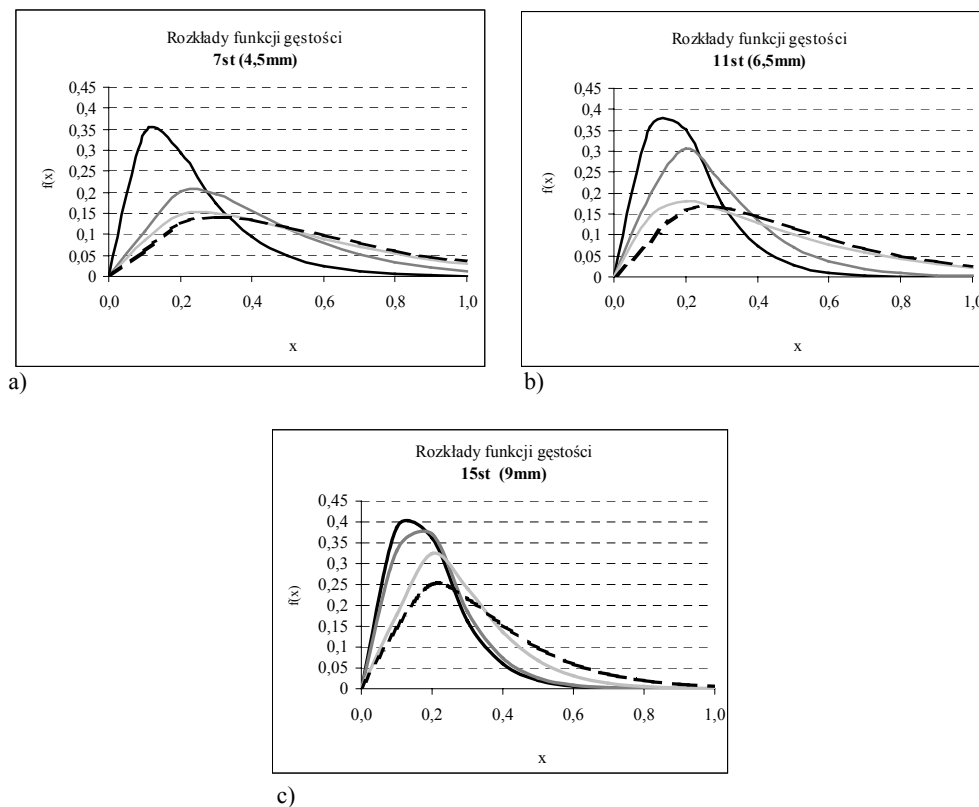
Rys. 3. Schemat badanego panela sitowo – żaluzjowego, według własnej koncepcji: 1 – trójdzielny kosz zasypowy; 2 – zasuwka; 3 – sekcja sita; 4 – przegrody bierne; 5 – pojemnik na straty; 6 – strefy pomiarowe

Fig. 3. Diagram showing the examined screen – shutter panel, according to own concept: 1 – triple charging hopper; 2 – gate valve; 3 – screen section; 4 – passive partitions; 5 – container for wastes; 6 – measurement zones

Omówienie wyników

Wyniki badań nad przesiewalnością ziarna opisane rozkładem funkcji gęstości, przy zmiennych kątach β - i ε , różnią się istotnie. Świadczy o tym przeprowadzony nieparametryczny test Kruskala-Wallisa. Wyliczony poziom istotności $\alpha=0,0128$ daje podstawę do odrzucenia hipotezy zerowej o braku różnic. Powyższe potwierdza przeprowadzony test mediany. Dla badanego rozkładu funkcji gęstości, odwzorowującego rozkład przesiewalności ziarna wzdłuż biegu sita, charakterystycznym jest statystyczny rozkład Gamma. W praktyce konstruktorskiej i eksploatacyjnej oznacza to uzyskiwanie całości przesiewu w 2/3 do 3/4 długości sita [Bieniek 2003]. Prezentują to uzyskane rozkłady funkcji gęstości dla $\beta=0^\circ$ na rysunku 4. Uzyskane, przy zmiennych szczelinach roboczych (kątach ε) rozkłady, wykazują duże statystyczne podobieństwo z rozkładem modelowym. Przebiegi dla nachylenia $\beta \rightarrow 0$ zdecydowanie odbiegają od przyjmowanego modelu (spłaszczenie przebiegu), wskazując na możliwość wystąpienia strat rosnących wraz ze spadkiem rozwartości szczeliny roboczej.

Analiza rozkładu przesiewalności...

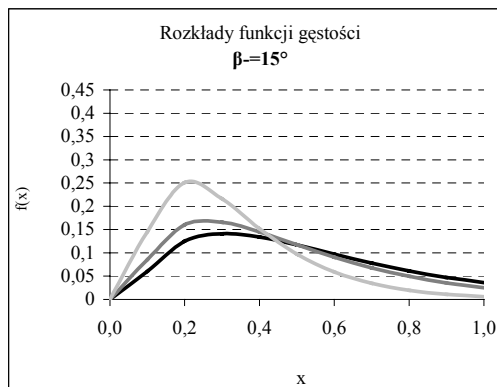


Rys. 4. Rozkłady przesiewalności ziarna funkcji nachylenia płaszczyzny głównej sita β – dla nachylenia kąta ε (wielkość szczeliny roboczej), gdzie x – znormalizowana do jedności długość sita, $f(x)$ – znormalizowana do jedności masa ziarna: a) $\varepsilon = 7^\circ$; b) $\varepsilon = 11^\circ$; c) $\varepsilon = 15^\circ$
 Fig. 4. Grain sievability distributions for function of screen principal plane inclination β – for ε angle inclination (working gap size), where x – screen length normalised to unity, $f(x)$ – grain mass normalised to unity: a) $\varepsilon = 7^\circ$; b) $\varepsilon = 11^\circ$; c) $\varepsilon = 15^\circ$
 — $\beta=0^\circ$; - - $\beta=5^\circ$; $\beta=10^\circ$; - . - $\beta=15^\circ$

Zmiana kąta nachylenia płytek, wywołująca wzrost szczeliny przesiewania w zakresie 4,5 do 9 mm (rys. 5), poprawia rozkład przesiewalności ziarna wzdłuż biegu sita.

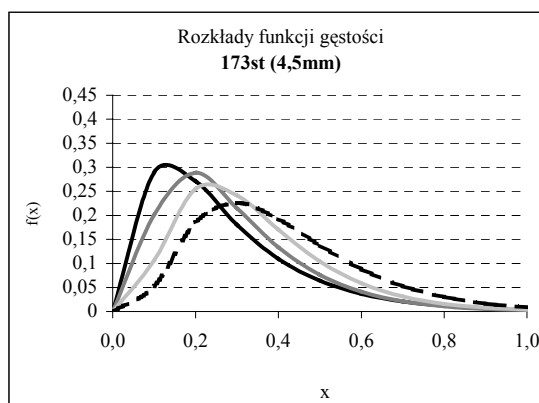
W eksploatacji maszyny skutkować to będzie ograniczeniem strat ziarna przy prawdopodobnym wzroście przesianych zanieczyszczeń.

Geometryczna inwersja kąta nachylenia płytek, ilustrowana rozkładem przesiewalności ziarna na rysunku 6 pozwala zachować standardową wielkość szczeliny roboczej dla pszenicy (4,5 mm) i uzyskać korzystny rozkład przesiewalności w całym zakresie badanych kątów nachylenia β .



Rys. 5. Rozkłady przesiewalności ziarna funkcji nachylenia kąta ϵ (wielkość szczeliny roboczej) dla wybranego nachylenia płaszczyzny głównej sита $\beta = 15^\circ$, gdzie x – znormalizowana do jedności długość sита, $f(x)$ – znormalizowana do jedności masa ziarna:
 — $\epsilon = 7^\circ$; — $\epsilon = 11^\circ$; — $\epsilon = 15^\circ$;

Fig. 5. Grain sievability distributions for function of ϵ angle inclination (working gap size) for selected screen principal plane inclination $\beta = 15^\circ$, where x – screen length normalised to unity, $f(x)$ – grain mass normalised to unity:
 — $\epsilon = 7^\circ$; — $\epsilon = 11^\circ$; — $\epsilon = 15^\circ$;



Rys. 6. Rozkłady przesiewalności ziarna funkcji nachylenia płaszczyzny głównej sита β - dla kąta $\epsilon = 173^\circ$, gdzie x – znormalizowana do jedności długość sита, $f(x)$ – znormalizowana do jedności masa ziarna:
 — $\beta = 0^\circ$; — $\beta = 5^\circ$; — $\beta = 10^\circ$; - - - $\beta = 15^\circ$

Fig. 6. Grain sievability distributions for function of screen principal plane inclination β - for angle $\epsilon = 173^\circ$, where x – screen length normalised to unity, $f(x)$ – grain mass normalised to unity:
 — $\beta = 0^\circ$; — $\beta = 5^\circ$; — $\beta = 10^\circ$; - - - $\beta = 15^\circ$

Wszystkie przedstawione na rysunku przebiegi w funkcji gęstości, mają przebieg zbliżony do modelowego (rys. 4a i rys. 6 $\beta = 0^\circ$).

Wnioski

1. Jakość pracy sita żaluzjowego, w podstawowej mierze zależy od rozkładu przesiewalności ziarna na tym sicie.
2. Analiza rozkładów funkcji gęstości potwierdziła istotny wpływ, zarówno nachylenia wzdłużnego płaszczyzny głównej sita jak i nachylenia płytek żaluzjowych, na sitową przesiewalność ziarna.
3. Wzrost kąta nachylenia β -, powoduje spłaszczenie przebiegów funkcji gęstości i przesunięcie ekstremów funkcji w kierunku wylotu sita, co decyduwać będzie o poziomie strat ziarna w fazie ruchu roboczego maszyny w górę stoku.
4. Zmiana kąta nachylenia płytek żaluzjowych dająca zwiększenie szczeliny roboczej, wpływa korzystnie na przesiewalność ziarna. Relacje te wskazują na możliwość korzystnego oddziaływania regulowanej i inwertowanej szczeliny na przesiewalność ziarna na sicie wzdłużnie nachylonym.

Bibliografia

- Banasiak J., Bieniek J., Lewandowski B.** 2003 Stanowisko do badania zespołów roboczych maszyn pracujących w warunkach zmiennego nachylenia. *Górnictwo Odkrywkowe*, 2-3. s. 18-21.
- Banasiak J., Bieniek J., Olszewska A.** 2006 Przesiewalność i straty ziarna na nachylonej wzdłużnie powierzchni roboczej sita żaluzjowego. *Inżynieria Rolnicza* 2(77). s.71-79.
- Bieniek J.** 2003 Proces separacji ziarna zbóż na sicie daszkowym w zmiennych warunkach pracy. Rozprawa habilitacyjna Zeszyty Naukowe AR Wrocław, Rozprawy CXCVIII, nr 462.
- Pogoda G.** 2007 „Analiza skuteczności działania dwupłaszczyznowego sita żaluzjowego w kombajnach zbożowych pracujących w terenach nachylonych”, Rozprawa Doktorska, UP Wrocław

ANALYSIS OF GRAIN SIEVABILITY DISTRIBUTION ON A LONGITUDINAL-LY INCLINED SHUTTER SCREEN

Abstract. Analysis of longitudinal sievability distribution has proven that the increase of shutter screen principal plane inclination (site sloping) results in deterioration of sievability distribution. As regards screen operation, sievability deterioration may result in increased grain losses.

Key words: shutter screen, working gap, inclination, sievability distribution

Adres do korespondencji:

Anna Olszewska; e-mail: olszewska@imr.ar.wroclaw.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
ul. Chełmońskiego 37/41
51-630 Wrocław