

SEPARACJA ZIARNA PSZENICY NA SICIE DASZKOWYM

WHEAT GRAIN SEPARATION ON A CANOPY SIEVE

Praca przedstawia działanie nowego sita żaluzjowego typu „daszkowego” przystosowanego do pracy w kombajnach zbożowych. Głównym celem badań było znalezienie takiego rozwiązania konstrukcyjnego zespołu czyszczącego, który pracowałby prawidłowo na terenach nachylonych i równocześnie nie wymagałby poziomowania całego kombajnu. Badania dowiodły, że sito daszkowe spełnia te wymagania.

Słowa kluczowe: sito żaluzjowe, geometria sita, kombajn zbożowy, przesiewanie, nachylone podłoże

The paper deals with the operation of a new adjustable canopy sieve fitted for combine-harvesters. The general aim of the study was to find such a construction solution for a cleaning unit that the unit could be able to work properly on the slopes and there would be no need to level a whole harvester. A canopy sieve meets the requirements, a study concluded.

Keywords: adjustable sieve, sieve geometry, combine harvester, screening, slope

1. Wstęp i cel badań

Obecnie produkowane kombajny zbożowe to maszyny uniwersalne z wymiennymi adapterami, przeznaczone do zbioru różnych gatunków roślin w różnych technologiach i warunkach [1].

Podczas pracy kombajnu na pochyłościach, przy jeździe wzdłuż warstwicy następuje zsuwanie się masy omlotowej wydzielonej ze słomy (ziarno, drobne frakcje słomiane, plewy) na położoną niżej część zespołu czyszczącego. Dlatego firmy produkujące w produkcji kombajnów zbożowych (New Holland, Claas, John Deere, Deutz-Fahr i inne) stosują rozwiązania zmierzające do poprawienia parametrów pracy kombajnu na pochyłościach [4].

Kombajny specjalne, produkowane w renomowanych zagranicznych firmach jako tzw. „kombajny górskie”, są dużo droższe od kombajnów o tradycyjnej konstrukcji, a zatem zakup ich przez polskiego rolnika z powodów ekonomicznych nie jest uzasadniony [3]. Dlatego należy poszukiwać rozwiązań tańszych, a równocześnie skutecznych.

Celem badań było przystosowanie zespołu czyszczącego kombajnu w wersji standardowej do pracy w warunkach ograniczonego nachylenia terenu do 15°.

2. Metodyka badań

W badaniach założono, że sito będzie sitem żaluzjowym o sekcyjnej budowie. Z kolei podział sekcji na połowę oraz możliwość nachylenia tych powierzchni w stosunku do siebie, tworzy powierzchnię sita, którą nazwano „sitem daszkowym”. Taki układ powierzchni sita umożliwił zmianę wartości składowych siły ciężkości G_{xy} działających na ziarno czyszczonego

1. Introduction and aim of the studies

The combine-harvesters that are currently being manufactured seem to be universal machines fitted with replaceable adapters. They are used to harvest various plant species under various technologies and conditions [1].

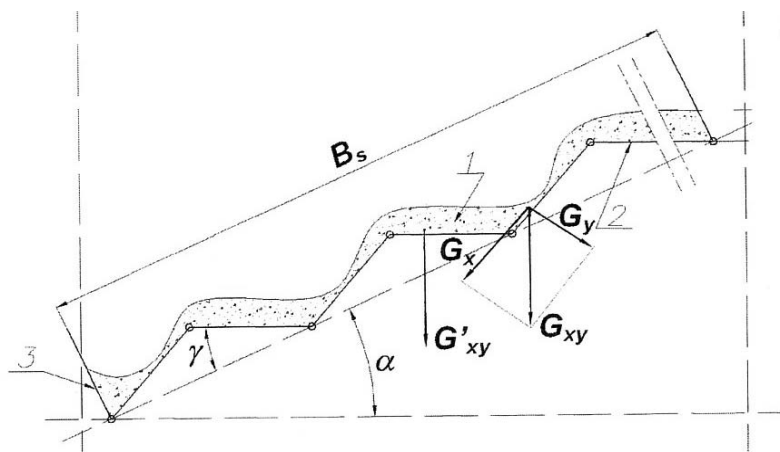
While a harvester is operating on a slope and driving along the contour lines, the threshing mass (grain, fine straw fractions, chaffs) can slide down onto the lower part of a cleaning unit. That is why the leaders in developing harvesters such as New Holland, Claas, John Deere, Deutz-Fahr and others tend to apply the solutions aimed at improving the parameters of machine work on the slopes [4].

There are some special, so-called “mountain” harvesters produced by the renowned companies in other countries. However, they are much more expensive than the “traditional” ones and Polish farmers cannot usually afford to purchase this kind of equipment [3]. Therefore it seems necessary to search for some cheaper and effective solutions.

The aim of the studies was to adapt a cleaning unit in a standard harvester to operate on the slopes up to 15°.

2. Methods

It has been assumed that an adjustable section sieve will be tested in the studies. A section divided into two parts and the planes inclined one to another form a surface, which has been called a “canopy sieve”. Such an arrangement makes it possible to change component values of the gravity force G_{xy} that act on the grain to be cleaned in a plane crosswise to



Rys. 1. Rozkład czyszczonej masy na sicie daszkowym pracującym przy nachyleniu α ; 1- czyszczona masa ziarnista, 2- element sekcji sita daszkowego, 3- rama kosza sitowego, B_s - szerokość sita [m], α - kąt bocznego nachylenia kosza sitowego (\approx pochylenie skłonu) [°], γ - kąt nachylenia elementu sita daszkowego [°], G_{xy} , G_{xy}' - siła ciężkości, G_x , G_y - składowe siły G_{xy}

Fig. 1. Distribution of the mass on a canopy sieve operating on a slope α ; 1- grain mass to be cleaned, 2- element of a canopy sieve section, 3- sieve basket frame, B_s - sieve width [m], α - angle of a sieve basket side inclination (\approx slope) [°], γ - inclination angle of a canopy sieve element [°], G_{xy} , G_{xy}' - gravity force, G_x , G_y - tangent and normal components of the G_{xy} force

materiału w płaszczyźnie poprzecznej do kierunku ruchu tego materiału. Przedstawia to rysunek 1. Możliwość „sterowania” składowymi siły ciężkości na powierzchniach sekcji ma przeciwdziałać skutkom zsuwania się materiału czyszczonego podczas poprzecznego nachylenia kombajnu zbożowego.

Badania przeprowadzono na stanowisku wykonanym w Instytucie Inżynierii Rolniczej AR we Wrocławiu, które spełniało następujące wymagania:

- umożliwiał pochylenie kosza sitowego w dwóch płaszczyznach (badania wykonano dla bocznego pochylenia kosza 10°),
- umożliwiał regulację ustawienia sita (badania wykonano dla nachylenia daszków sita 0° , 5° , 10° i 15°).

Schemat kinematyczny omawianego stanowiska zamieszczono w rozprawie habilitacyjnej autora [2]. Wymiary kosza sitowego i powierzchnia ogólna sita są zgodne z zastosowanymi w kombajnie. Zachowane zostały również parametry kinematyczne poprzez wykorzystanie stosowanych w kombajnie elementów napędu kosza sitowego.

3. Omówienie wyników badań

Na proces przesiewania i czyszczenia ziarna wpływa wiele czynników związanych zarówno z parametrami konstrukcyjnymi i kinematycznymi sita, jak też ze składem rozdzielanej mieszaniny ziarnistej. W literaturze występuje także istotna rozbieżność w wyznaczonych wielkościach granicznych parametrów skuteczności tego procesu. Celowym jest więc odnieść się do prezentowanych parametrów.

the material flow. It is presented in Fig. 1. There is a potentiality for „controlling” the components of the gravity force on the section surfaces. It is meant to prevent the material from sliding down during cross inclination of a harvester.

The studies were carried out at the stand developed at the Institute of Agricultural Engineering of the Agricultural University in Wrocław. The stand was characterized by the following features:

- it allows to incline a sieve basket in two planes (the studies were run for a side basket inclination of 10°),
- it allows to regulate sieve position (the studies were run for the following inclination angles of sieve canopies: 0° , 5° , 10° and 15°).

The kinematics' scheme of the stand has been presented in the author's Habilitation Thesis [2]. Both the size of a sieve basket and a total sieve surface are identical as those in a harvester. The same applies to kinematics parameters as the studies were based on the power transmission elements of a sieve basket applied in combine-harvesters.

3. Discussion of the results

The process of grain screening and cleaning is affected by many factors related both to the construction and kinematics parameters of a sieve itself but also by a composition of a grain mixture to be separated. The references show a significant difference between the determined limited parameters of the process effectiveness. It is then advisable to refer to the parameters presented.

Badania stanowiskowe dla każdego ustawienia daszków sita i różnego nachylenia kosza sitowego symulującego nachylenie terenu przeprowadzono w pięciu powtórzeniach, a wyniki badań poddano analizie statystycznej, którą przeprowadzono w oparciu o komputerowy pakiet statystyczny STATISTICA wersja 5.0 PL.

Analizę badanego materiału przeprowadzono dla nachylenia bocznego sita $\alpha = 10^\circ$ i czterech kątów nachylenia daszków sita $\gamma = 0^\circ, 5^\circ, 10^\circ$ i 15° .

Przykładowe wykresy opisujące proces przesiewania ziarna pszenicy przedstawiono na rysunkach 2 - 5. Wyniki badań zestawiono w formie wykresów korelacji wartości przewidywanej względem wartości obserwowanej dla zmiennej zależnej MC – masy całkowitej (masa ziarna wraz z zanieczyszczeniami przesiana przez sito daszkowe).

Na rysunku 2 przedstawiono wykres korelacji procesu przesiewania dla kąta $\alpha = 10^\circ$ i daszków $\gamma = 0^\circ$ (symulacja sita płaskiego), dla którego współczynnik korelacji wyniósł $r = 0,97$ a błąd standardowy estymacji $\delta = 0,0061$.

Rysunek 3 przedstawia wykresy korelacji wartości obserwowanej do wartości przewidywanej dla kąta $\alpha = 10^\circ$ i daszków $\gamma = 5^\circ$. Dla tego ustawienia współczynnik korelacji wyniósł $r = 0,96$ a błąd standardowy estymacji $\delta = 0,0075$ i jest największy dla wszystkich badanych ustawień.

Najwyższy współczynnik korelacji $r = 0,98$ zaobserwowano dla kąta nachylenia daszków $\gamma = 10^\circ$. Błąd standardowy estymacji dla tego ustawienia jest najmniejszy i wynosi $\delta = 0,0058$ (rys.4).

Kolejny rysunek (rys. 5) przedstawia zależność dla kąta nachylenia daszków $\gamma = 15^\circ$, dla którego $r = 0,97$ a błąd standardowy estymacji $\delta = 0,0060$.

Powyższe wyniki obserwacji potwierdzają, iż dynamika procesu przesiewania ziarna pszenicy na sicie daszkowym nachylonym bocznie poprawi pracę zespołu czyszczącego kombajnu zbożowego.

The stand studies were repeated five times for each arrangement of sieve canopies and various positions of a sieve basket simulating land inclination. The results were statistically analysed with STATISTICA software, version 5.0 PL.

The material was tested for a side inclination of a sieve $\alpha = 10^\circ$ and four inclination angles of sieve canopies $\gamma = 0^\circ, 5^\circ, 10^\circ$ and 15° .

Sample diagrams showing the process of wheat grain screening are presented in Figures 2 - 5. The results were compiled as correlation diagrams indicating the expected value and observed values for dependent variable MC – total mass (grain with impurities screened through a canopy sieve).

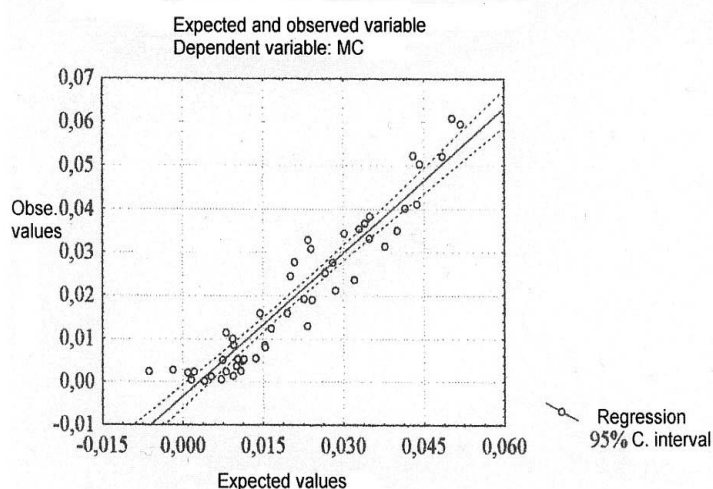
Figure 2 presents the correlation diagram for the screening process if the angles were $\alpha = 10^\circ$ and $\gamma = 0^\circ$ (simulation of flat sieve). The correlation coefficient was $r = 0,97$ and the mean estimation error $\delta = 0,0061$.

The diagrams showing the correlation between the observed and expected values for the angles $\alpha = 10^\circ$ and $\gamma = 5^\circ$ are presented in Fig. 3. The correlation coefficient was $r = 0,96$ and the mean estimation error reaching $\delta = 0,0075$ was the highest of all the positions tested.

The highest correlation coefficient $r = 0,98$ was recorded for the inclination angle of the roofs $\gamma = 10^\circ$. The mean estimation error for this position was the lowest and amounted to $\delta = 0,0058$ (Fig. 4).

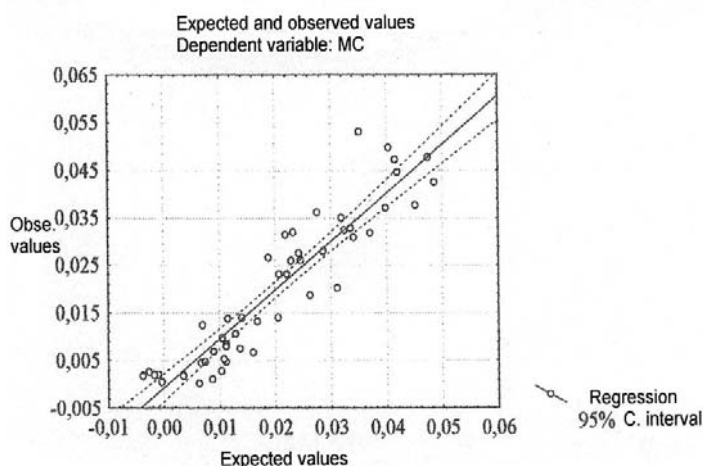
Figure 5 shows the relation for the roof inclination angle $\gamma = 15^\circ$, for which $r = 0,97$ and mean estimation error $\delta = 0,0060$.

The abovementioned results seem to confirm that the dynamics of wheat grain screening through a side-inclined canopy sieve will improve the work of a cleaning unit in a combine-harvester.



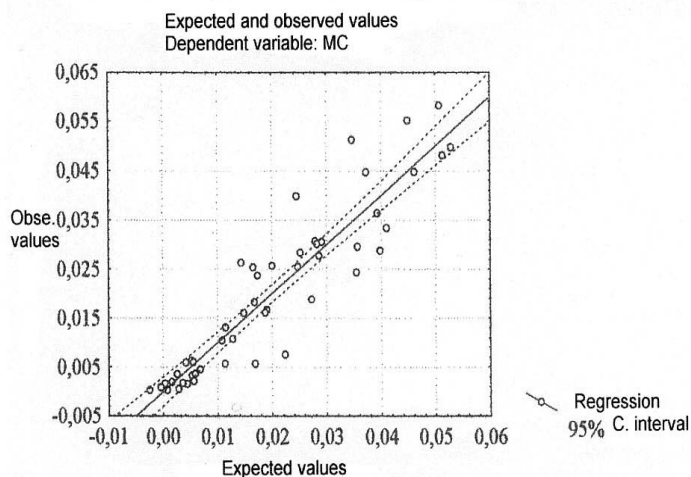
Rys. 4. Wykres korelacji wartości przewidywanej względem wartości obserwowanej dla zmiennej zależnej MC – masy całkowitej. Nachylenia bocznego sita $\alpha = 10^\circ$. Nachylenia daszków sita $\gamma = 10^\circ$. Współczynnik korelacji $r = 0,98$

Fig. 4. Correlation diagram of the expected and observed values for a dependent variable MC – total mass. Side inclination of a sieve $\alpha = 10^\circ$. Inclination of sieve canopies $\gamma = 10^\circ$. Correlation coefficient $r = 0,98$



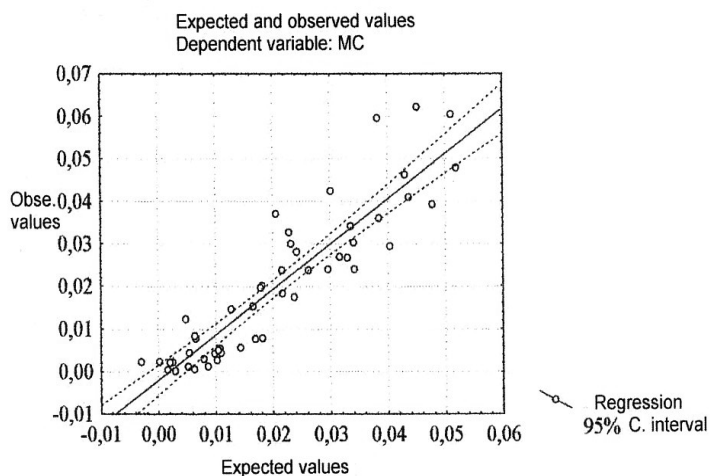
Rys. 5. Wykres korelacji wartości przewidywanej względem wartości obserwowanej dla zmiennej zależnej MC – masy całkowitej. Nachylenia bocznego sита $\alpha = 10^\circ$. Nachylenia daszków sита $\gamma = 15^\circ$. Współczynnik korelacji $r = 0,97$

Fig. 5. Correlation diagram of the expected and observed values for a dependent variable MC – total mass. Side inclination of a sieve $\alpha = 10^\circ$. Inclination of sieve canopies $\gamma = 15^\circ$. Correlation coefficient $r = 0,97$



Rys. 2. Wykres korelacji wartości przewidywanej względem wartości obserwowanej dla zmiennej zależnej MC – masy całkowitej. Nachylenia bocznego sита $\alpha = 10^\circ$. Nachylenia daszków sита $\gamma = 0^\circ$. Współczynnik korelacji $r = 0,97$

Fig. 2. Correlation diagram of the expected and observed values for a dependent variable MC – total mass. Side inclination of a sieve $\alpha = 10^\circ$. Inclination of sieve canopies $\gamma = 0^\circ$. Correlation coefficient $r = 0,97$



Rys. 3. Wykres korelacji wartości przewidywanej względem wartości obserwowanej dla zmiennej zależnej MC – masy całkowitej. Nachylenia bocznego sита $\alpha = 10^\circ$. Nachylenia daszków sита $\gamma = 5^\circ$. Współczynnik korelacji $r = 0,96$

Fig. 3. Correlation diagram of the expected and observed values for a dependent variable MC – total mass. Side inclination of a sieve $\alpha = 10^\circ$. Inclination of sieve canopies $\gamma = 5^\circ$. Correlation coefficient $r = 0,96$.

4. Wnioski

Analiza zjawisk zachodzących na sicie daszkowym nachylnym bocznie pod kątem $\alpha = 10^\circ$ skłania do sformułowania następujących wniosków:

1. Nachylenie poprzeczne sita daszkowego wpływa na dynamikę przemieszczania się masy ziarna pszenicy po jego powierzchni, o czym świadczą uzyskane wykresy korelacji przesiewu.
2. Wykresy korelacji wskazują na to, że dynamika procesu przesiewania na sicie daszkowym nachylnym bocznie jest najkorzystniejsza dla kąta nachylenia $\alpha = 10^\circ$ i $\gamma = 10^\circ$. Wynika to z ograniczeniem przemieszczania się masy czyszczonej przez daszki na niżej położoną część sita.
3. Konstrukcja sita daszkowego pozwoli wyeliminować drogie rozwiązania poziomowania poprzecznego bryły kombajnu jak i kosza sita, przy dostatecznej skuteczności czyszczenia podczas pracy kombajnu na pochyłościach do 15° .

5. References

- [1] Banasiak J. 1999: *Agrotechnologia*. PWN, Warszawa.
- [2] Bieniek J. 2003: *Proces separacji ziarna zbóż na sicie daszkowym w zmiennych warunkach pracy*. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu, nr 462, Rozprawy CXCVIII, Wrocław.
- [3] Dreszer A. K., Gieroba J., Ukalski J. 1998: *Kombajny zbożowe do pracy na terenach pochylonych*. Problemy Inżynierii Rolniczej, nr 19, PAN.
- [4] Roszkowski A. 1989: *Kombajny zbożowe do pracy na zboczach*. Maszyny i Ciągniki Rolnicze, nr11.

4. Conclusions

The analysis of the processes taking place on a canopy sieve that is side-inclined at an angle of 10° allows to draw the following conclusions:

1. Cross inclination of a canopy sieve affects the dynamics of wheat grain mass translocation along sieve surface. It has been confirmed by the diagrams of screening correlation.
2. Correlation diagrams indicate that the dynamics of screening through a side-inclined canopy sieve is the most beneficial for the inclination angles $\alpha = 10^\circ$ and $\gamma = 10^\circ$. It appears that the translocation of the mass to be cleaned through the canopies onto the part located below is limited.
3. The construction of a canopy sieve will make it possible to eliminate expensive cross levelling of both a harvester and a sieve basket and maintain satisfactory cleaning effectiveness when operating on the slopes up to 15° .

Dr hab. inż. Jerzy Bieniek

Zakład Eksploatacji Maszyn Rolniczych
Instytut Inżynierii Rolniczej
Akademia Rolnicza we Wrocławiu
Ul. Chełmońskiego 37/41
51-630 Wrocław
tel. 071-3205721, tel/fax 3482486,
bieniek@imr.ar.wroc.pl
