

OMŁOT KOLB KUKURYDZY KOMBAJNEM ZBOŻOWYM
- ANALIZA ZA POMOCĄ FILMU

Wincenty W. Woźniak

Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa
w Warszawie, Oddział w Kłudzienku

Rozwój polskiego rolnictwa, a szczególnie produkcji zwierzęcej, powoduje wzrost zapotrzebowania na pasze, zwłaszcza z własnego gospodarstwa. Programy, założenia i kalkulacje ekonomiczne zabezpieczenia bazy paszowej wykazują tendencje zmierzające do rozszerzania areału uprawy kukurydzy. Jako pasza w polskich warunkach klimatycznych daje stosunkowo wysokie efekty produkcyjne. Za podstawowe walory tej rośliny można przyjąć wysokie plony jednostek paszowych, wielokierunkowość użytkowania, łatwość przechowywania, konserwacji, skarmiania oraz możliwości pełnej mechanizacji procesu technologicznego. Szczególne wartości jako pasza wykazuje ziarno kukurydzy. Ten kierunek uprawy w Polsce nie ma jeszcze tradycji i doświadczeń produkcyjnych [3].

W latach osiemdziesiątych wzrosło w kraju zainteresowanie uprawą kukurydzy na ziarno. Problemem jednak dużej rangi stał się zbiór kukurydzy na ziarno w specyficznych, polskich warunkach klimatycznych, gdzie podczas zbioru wilgotność kolb i nasion kukurydzy wynosi ponad 30%. Jak wynika z badań IBMER, okres zbioru ziarna kukurydzy w Polsce przypada na późniejszą jesień, tj. od października poprzez listopad [1]. Średnia liczba dni użytkowania kombajnu zbożowego Bizon Super Z056, przystosowanego do zbioru kukurydzy, wynosiła 10 do 15 dni, tj. około 100 godzin przy zbiorze kukurydzy z powierzchni około 60 ha [1].

W Polsce znane są dwie podstawowe metody zbioru kukurydzy na ziarno paszowe. Pierwsza przy użyciu odpowiednio przystosowanych

kombajnów zbożowych Bizon Super i Bizon Gigant (rys. 1). Druga metoda za pomocą specjalnych kombajnów przeznaczonych tylko do zbioru kukurydzy na ziarno, np. importowanych francuskich kombajnów



Rys. 1. Kombajn zbożowy Bizon Gigant z adapterem FKA-862 do zbioru kukurydzy

Fot. W. W. Woźniak

firmy „Riviere Casalis” (rys. 2). Bardziej ekonomiczną okazała się metoda zbioru kukurydzy na ziarno za pomocą kombajnów zbożowych. Pozwala bowiem dłużej w ciągu roku wykorzystywać te drogie maszyny [1, 2, 3, 5]. Prowadzone w latach siedemdziesiątych pierwsze próby zbioru kukurydzy na ziarno kombajnem zbożowym Bizon Super z zespołem omłotowym do zbioru zbóż, aże z 4-rzędowym adapterem produkcji węgierskiej Klado FKA-451, wypadły niepomyślnie[5]. Wystąpiły zakłócenia omłotu, takie jak:

- dostawanie się kolb kukurydzy do bębna młócającego,
- drobienie kolb i wyrzucanie na pole z niewymłóconym ziarnem,
- zapychanie się klepiska, prowadzącego do ograniczenia przesiewalności i strat ziarna,

- utrudnione podawanie omłóconej masy kukurydzianej na bęben młócający, zmniejszające przepustowość młocarni.

Z przeprowadzonych badań wyciągnięto wnioski, że następuje zasadnicza różnica w procesie oddzielania ziarna od kłosa w przypadku omłotu zbóż, a ziarna od osadki kukurydzy. Poddano szczegółowej analizie funkcje zespołu omłotowego - bębna młócacego, klepiska oraz wzajemne oddziaływanie na przepływ masy omłotowej [5].



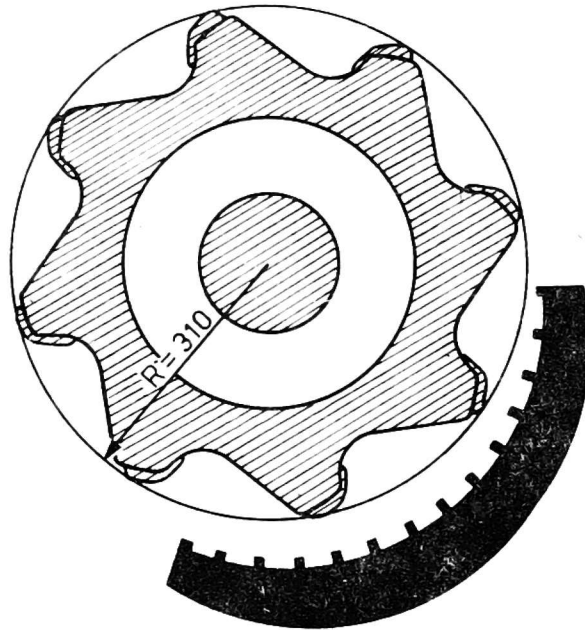
Rys. 2. Zbiór kukurydzy na ziarno kombajnem francuskiej firmy Riviere Caselis

Fot. W. W. Woźniak

ANALIZA ZESPOŁU OMŁOTOWEGO DO ZBIORU ZBOŻ

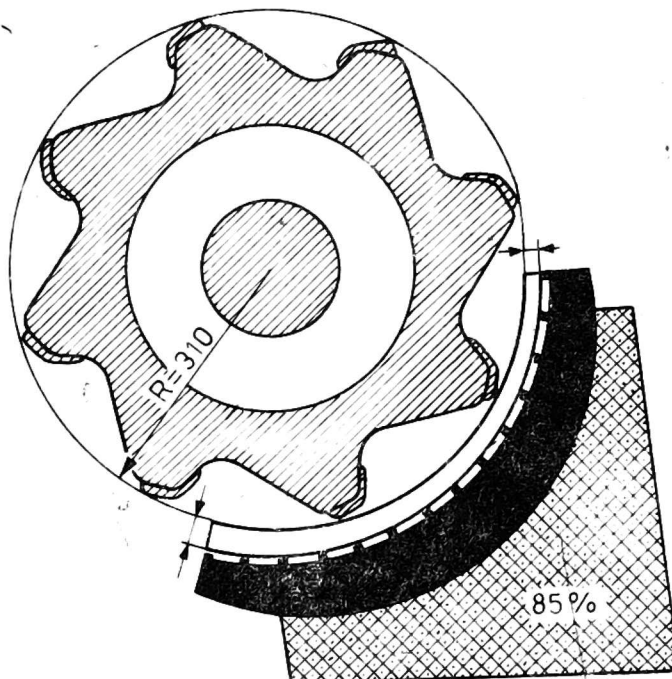
Przypomnijmy krótko budowę i pracę zespołu omłotowego kombajnu do zbioru zbóż. Składa się on z cylindrycznego cepowego bębna młócacego, którego obroty przy omłocie zbóż wynoszą od 800 do 1100 obr. min.⁻¹. Promień bębna młócacego wynosi 302,5 mm. Posiada on na obwodzie 8 listew, tak zwanych cepów młócających. Bęben młócający

stanowi typ otwarty. Między cępmi są wolne przestrzenie. Ułożenie promienia klepiska względem osi bębna jest niesymetryczne. Promień klepiska wynosi $R = 310$ mm. Opasujące bęben młócający klepisko jest 14-listwowe (rys. 3). Szczelina na wlocie i wylocie układu bęben-klepisko jest regulowana i przy omłocie zbóż zazwyczaj wynosi:



Rys. 3. Bęben młócający typu otwartego, 8-listwowy z klepiskiem 14-listwowym

na wlocie 24, a na wylocie 8 mm. Omłot zachodzi poprzez uderzenia i przecierania masy zbożowej między bębniem młócającym a krawędziami klepiska. Oddzielanie około 85% wymłóconego ziarna następuje na powierzchni klepiska (rys. 4).



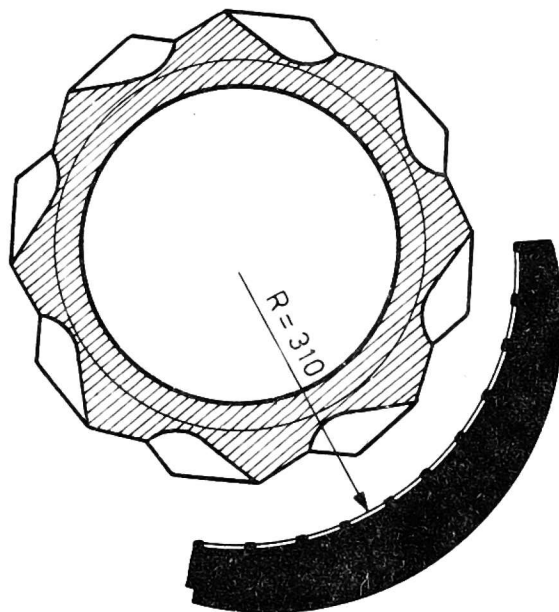
Rys. 4. Wielkość szczeliny układu bęben - klepisko oraz ilość oddzielanego ziarna

ANALIZA ZESPOŁU OMŁOTOWEGO DO ZBIORU KUKURYDZY

W zespole omłotowym kombajnu zbożowego przystosowanego do omłotu kolb kukurydzy wprowadzono zmiany w bębnie młójącym oraz całkowicie przekonstruowano klepisko, które należy wymieniać przed przystąpieniem do zbioru kukurydzy na ziarło. Bęben młójący posiada nadal osiem cepów. Wprowadzono w nim tylko jedną zmianę, która polega na zamknięciu wyprofilowaną blachą przestrzeni między cepami. Powstał bęben typu zamkniętego, zapewniający ciągły styk z klepiskiem, odpowiedni do omłotu kukurydzy na ziarno przy wilgotności kolb nawet powyżej 35%. Zastosowano 11-listwowe klepisko, stanowiące odmienną konstrukcję w stosunku do klepiska zbożowego, w celu:

- zapewnienia łagodnego wchodzenia masy kukurydzianej między bęben a klepisko,
- stopniowego zmniejszania szczeliny między bębniem a klepiskiem,
- ograniczenia łamania kolb kukurydzy w procesie omłotu.

Promień klepiska wynosi $R = 310$ mm (rys. 5). W celu ułatwie-



Rys. 5. Bęben omłotowy typu zamkniętego i 11-listwowe klepisko

nia procesu łuszczenia ziarna kukurydzy z kolb zmieniono kształt poprzeczny klepiska. W celu prawidłowego wciągania kolb kukurydzy między bęben a klepisko oraz ograniczenia łamania kolb obniżono wy-

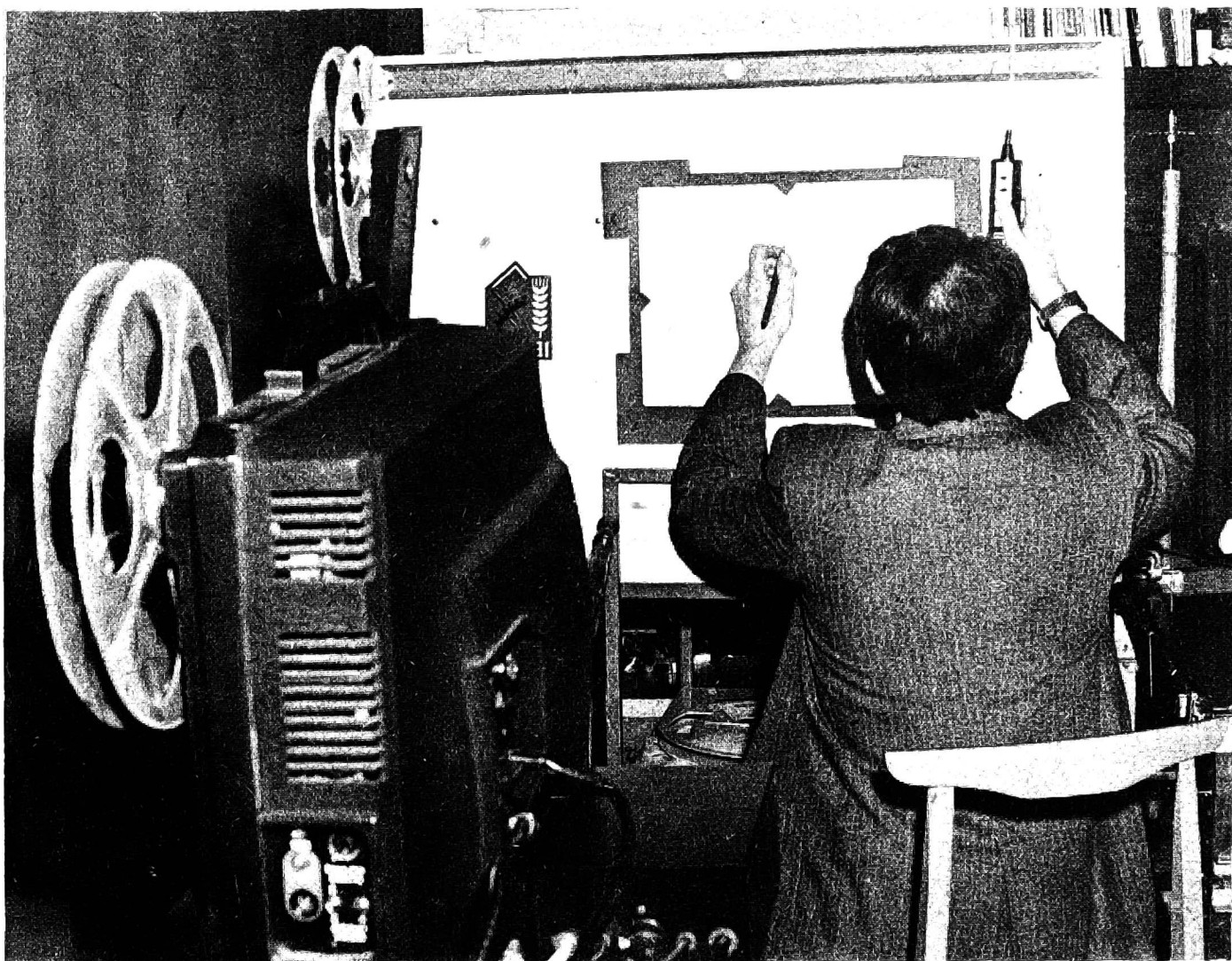
sokość trzech pierwszych listew, tworząc łagodny klin. Badania eksploatacyjne zmienionego zespołu omłotowego wykazały, że duży wpływ na łamanie kolb, drobienie ziarna i niedomłoty mają obroty bębna młócającego. Przeprowadzając badania laboratoryjne ustalono najbardziej odpowiednie w warunkach krajowych obroty bębna młócającego w granicach od 550 do 600 obr.min.⁻¹. Przygotowane w ten sposób zespoły bębna młócającego i klepiska poddano próbom laboratoryjnym na stanowisku badawczym w Ośrodku Badawczo-Rozwojowym Maszyn Żniwnych w Płocku. Według metodyki badań sprawdzono trafność rozwiązań konstrukcyjnych bębna młócającego oraz klepiska, jak również wpływ szczeliny między bębniem a klepiskiem na uszkodzenie ziarna kukurydzy [3, 4, 5].

BADANIA OMŁOTU KUKURYDZY TECHNIKĄ FILMOWĄ ZDJĘĆ SZYBKICH

W celu dokonania wizualnej obserwacji przebiegu procesu omłotu kolb kukurydzy oraz przeprowadzenia jego analizy ilościowej, w związku ze zmianami konstrukcyjnymi zespołu omłotowego kombajnu zbożowego typu Bizon, zastosowano filmową metodę badań. Użyto kamerę filmową Pentazet 16, stosując frekwencję przesuwu taśmy filmowej 300 kl/s⁻¹. Uzyskano przy wyświetlaniu na projektorze z frekwencją 24 kl/s⁻¹ współczynnik zwolnienia $Z = 12,5$. Badania przeprowadzono na stanowisku w hali Ośrodka Badawczo-Rozwojowego przy Fabryce Maszyn Żniwnych w Płocku. W tym celu w osłonie zespołu młócającego kombajnu zbożowego Bizon Gigant wycięto otwór, który zakryto przezroczystą taflą pleksiglasu. Poprzez otwór (pleksiglas) filmowano omłot kolb kukurydzy przy różnych regulacjach i zmianach konstrukcyjnych bębna i klepiska. Film wykonano na taśmie filmowej negatywowej 16 mm barwnej ORWO-NC-3 (czułość 18 din) przy oświetleniu halogenowym o łącznej mocy 20 kW. Równocześnie wykonano dokumentację badań 16 mm kamerą filmową Bolex H16 na tym samym negatywowym, barwnym materiale filmowym. Naświetlony materiał filmowy poddano obróbce laboratoryjnej i sporządzono kopie pozytywowe [2, 6, 7, 8, 9].

Do przeglądu, selekcji i analizy filmowego materiału badawczego wykorzystano projektor filmowy AP-22T i stół montażowy. Łatwiej i lepiej można te prace wykonać za pomocą projektora Bolex 521 z

lampą halogenową 24 V/250W (rys. 6). Oto dalsze parametry projektora. Są one użyteczne przy analizie jakościowej i ilościowej materiałów filmowych z badań techniką filmową. Projektor posiada przyciski wybiórcze do zmiany frekwencji projekcji od 12 do 26 kl/s^{-1} . Licznik klatek z możliwością powrotnego ich zerowania ułatwia przeprowadzenie analizy ilościowej kadrów filmu. Sterowanie zdalne zapewnia jednej osobie obsługę projektora i analizę zdjęć



Rys. 6. Projektor filmowy Bolex 521 ze stopklatką, zdalnym sterowaniem i regulacją prędkości projekcji od 12 do 26 k/s^{-1}

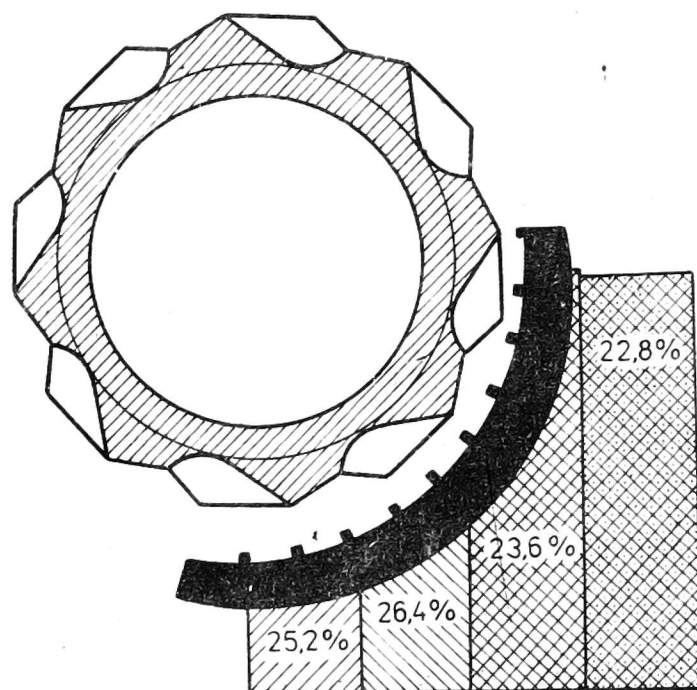
Fot. W. W. Woźniak

filmowych. Prędkość (frekwencja) projekcji jest elektronicznie stabilizowana. Tolerancja frekwencji przy 18 kl/s^{-1} wynosi $\pm 0,4 \text{ kl/s}^{-1}$, a przy 24 kl/s^{-1} $\pm 0,1 \text{ kl/s}^{-1}$. Regulacja prędkości dokonywana jest potencjometrem przy projektorze pracującym lub też zatrzymanym. Obrazy stopklatki oraz projekcja poklatkowa uruchamiane są przy włączonej lampie. Analizowana taśma filmowa jest optymalnie chłodzona przy projekcji poklatkowej. Przy wyświetla-

niu filmu ze stopklatką i w sposób poklatkowy projektor. musi być ustawiony na 2 fazy zaciemnienia, lampa zaś włączona na półświatło. Projektor wyposażony jest w obiektywy o różnych ogniskowych, w tym obiektyw o zmiennej ogniskowej (transfokator), a mianowicie: $1 : 1,3/f = 50 \text{ mm}$, $1 : 1,6/f = 70 \text{ mm}$ i o zmiennej ogniskowej $1 : 1,6/f = 35-65 \text{ mm}$.

Z materiałów filmowych dokumentacyjnych i badawczych oraz ich wyników analizy ilościowej zrealizowano film badawczy zdydaktyzowany pt. „Badania omłotu kukurydzy kombajnem zbożowym Bizon”. W tym przypadku wykorzystano materiały i wyniki z badań techniką filmową do wdrażania filmowej metody badań oraz uzyskanych efektów [9]. Zaobserwowany i przeanalizowany na filmie proces oddzielania ziarna od kolb kukurydzy potwierdził założenia o odmienności omłotu zbóż. Widać wyraźny ruch kolb oraz wypadanie ziaren w wyniku łuszczenia.

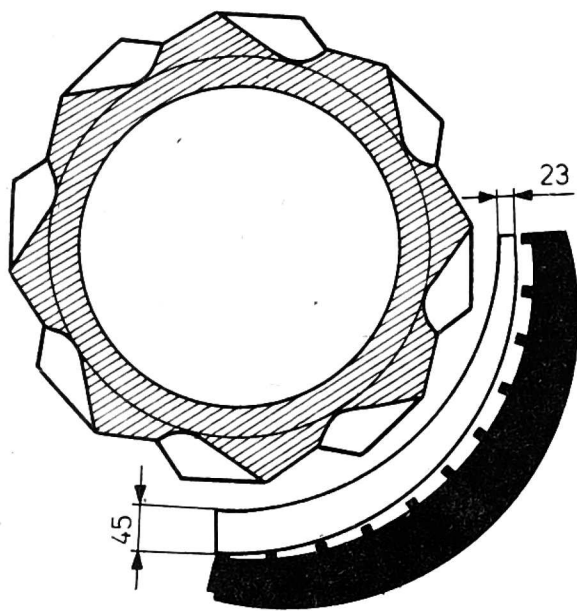
Przeprowadzone analizy materiałów filmowych: jakościowa i ilościowa omłotu kolb kukurydzy z obrazów filmowych ze współczynnikiem zwolnienia $Z = 12,5$ wykazały dobre łuszczenie ziarn kukurydzy. W 12-krotnym zwolnieniu pracy bębna młócacego zaobserwowano trajektorie ruchu kolb kukurydzy podczas procesu łuszczenia. Podczas badań laboratoryjnych dokonano też pomiarów przesiewalności oddzielanych ziarn kukurydzy przez poszczególne odcinki klepiska, uzyskując następujące wyniki: 25,2, 26,4, 23,6 i 22,8% (rys.7). Badania wykazały następnie, że wielkość szczeliny między bębniem a klepiskiem zależna jest od średnicy kolby kukurydzy mierzonej w



Rys. 7. Przesiewalność wymłóconych ziarn kukurydzy przez klepisko

połowie jej długości. Najkorzystniejsze parametry omłotu uzyskano przy nastawach: 40 mm dla kukurydzy koński ząb, a dla innych odmian kukurydzy 34 mm, przy szczelinie wylotowej 18 mm dla obrotów bębna młócającego $500-550 \text{ obr. min}^{-1}$.

Za mała szczelina wlotowa ogranicza wciąganie kolb, powoduje wzrost liczby uszkodzonych ziarn. Zbyt duża szczelina wlotowa prowadzi do zwiększenia niedomłotów i strat ziarna. Zbudowany w ten sposób bęben i klepisko (rys. 8) poddano badaniom polowym, przy wilgotności ziarna kukurydzy 38%. Optymalne wyniki uzyskano przy obrotach $500-550 \text{ obr. min}^{-1}$ w stadium pełnej dojrzałości nasion.



Rys. 8. Wielkość szczeliny między bębniem a klepiskiem

WNIOSKI

Z wyników badań dotyczących kompleksowego zmechanizowania zbioru kukurydzy na ziarno wynika że:

Zbiór kukurydzy można przeprowadzić dostosowanymi kombajnami zbożowymi Bizon Super, które trzeba wyposażyć w 4-rzędowe adaptery. Kombajn posiada wydajność eksploatacyjną około $6,6 \text{ ha} \cdot \text{godzinę}^{-1}$, co stanowi około 4 tony wymłóconego ziarna kukurydzy na godzinę przy plonie 65 q z jednego hektara. Wyładunek ziarna ze zbiornika kombajnu do przyczep przeprowadza się podczas jego pracy i trwa on około 3 minuty. Również kombajn zbożowy Bizon Gigant nadaje się do zbioru ziarna kukurydzy. W tym celu wyposaża się go

w 6-rzędowy adapter. Kombajn ten zapewnia zbiór kukurydzy z powierzchni około 9 ha w ciągu 10 godzin pracy o wydajności 6 ton ziarna na godzinę, przy plonie około 65 q/ha. Od tego kombajnu odbiera się ziarno kukurydzy podczas pracy maszyny (rys. 9).



Rys. 9. Odbiór ziarna kukurydzy od kombajnu

Fot. W. W. Woźniak

Badania laboratoryjne - stanowiskowe i polowe przeprowadzone w ostatnich latach przez Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Maszyn Żniwnych w Płocku i w Instytucie Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie oraz na Węgrzech przez Instytut Techniki Rolniczej w Gödöllö doprowadziły do przystosowania kombajnów zbożowych Bizon Super i Bizon Gigant do zbioru kukurydzy na ziarno przy wilgotności wynoszącej powyżej 35%. Zespoły badaczy pracujących nad tym tematem wykorzystują zdobyte dotychczas doświadczenia, prowadząc dalsze badania w kierunku poprawy niezawodności eksploatacyjnej oraz pewności technologicznej kombajnów zbożowych do zbioru kukurydzy na ziarno, szczególnie paszowe w klimacie Polski.

LITERATURA

1. Dwiliński L.: Kombajnowy zbiór ziarna kukurydzy.. Mechaniz, Roln. 1981, nr 14, 14-16.
2. Orzechowski J.: Kolejny etap rozwoju filmu badawczego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln, 1981, z. 237, 11-25
3. Siwiło R.: Wykorzystanie techniki szybkich zdjęć do analizy procesu omłotu kukurydzy w zespole młódcącym kombajnu zbożowego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 1977, z. 188, 195-201.
4. Siwiło R., Zentar J.: Zastosowanie kamery filmowej Hyspeed i projektora-analizatora Specto MK-III w badaniach maszyn rolniczych. Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln. 1981, z. 237, 87-98.
5. Wojciechowski W.: Technologiczne aspekty zbioru kukurydzy na ziarno przystosowanym kombajnem zbożowym Bizon Super, Maszyny i ciągniki rolnicze, 1979, nr 6 79, 13-15.
6. Woźniak W. W.: Badania maszyn rolniczych przy pomocy kamery Pentazet 16. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 1971, z. 128, 87-109.
7. Woźniak W. W.: Zastosowanie zdjęć szybkich w badaniach zespołów maszyn rolniczych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 1973, z. 147, 65-72.
8. Woźniak W. W.: Model organizacji i stosowania technik filmowych w badaniach naukowych Instytutu Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 1977, z. 188, 95-123.
9. Woźniak W. W.: Wykorzystywanie materiałów filmowych z badań. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 1981, z. 237, 77-86.

Винценты В. Возьяк

ОБМОЛОТ ПОЧАТКОВ КУКУРУЗЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА - ФИЛЬМОВЫЙ АНАЛИЗ

Р е з ю м е

Проведенные в 1970-ые годы опыты по уборке кукурузы на зерно с использованием зерноуборочного комбайна Бизон Супер с обмолоточным механизмом применяемым в уборке хлебов и с 4-рядовым адаптером венгерского производства дали отрицательные результаты. В частности оказалось, что процессы отделения семян злаков от колоса или зерна кукурузы от основания початка происходит различным образом в ходе обмолота. В результате подробного анализа работы молотильного барабана и взаимного воздействия на проток массы кукурузы решено модифицировать барабан и подбарабанье с их приспособлением к обмолоту початков кукурузы.

Введено лишь одно изменение в молотильном барабане, заключающееся в закрытии пространства между цепями профилированной листо-

вой жестью. В связи с этим образовался барабан закрытого типа, обеспечивающий постоянный контакт с подбарабаньем, приспособленный к обмолату кукурузы на зерно при влажности початков свыше 35%.

В новой конструкции обмолаточного механизма было применено 11-рейковое подбарабанье сконструированное различно в сравнении с подбарабаньем для обмолота жлебов, с целью обеспечения легкого поступления обмолатной массы между барабан и подбарабанье, постепенного сужения щели между барабаном и подбарабаньем и ограничения ломки початков в процессе обмолата. Для облегчения процесса отделения зерна кукурузы от початков была изменена поперечная форма подбарабанья. С целью правильного втягивания початков между барабан и подбарабанье и ограничения ломки початков была снижена высота трех первых реек, причем образовался клин с мягкими очертаниями.

В исследованиях процесса обмолата початков кукурузы использовали фильмовую технику быстрых съемок. Зарегистрированный на киноплёнке со скоростью 300 кадров в секунду процесс отделения зерна от початков при коэффициенте замедления $Z = 12,5$ подтвердил правильность конструктивных изменений барабана и подбарабанья, а также вращений молотильного барабана в пределах 550-600 оборотов в минуту.

Wincenty W. Woźniak

THRASHING OF MAIZE COBS WITH THE USE
OF THE GRAIN COMBINE HARVESTER - FILM ANALYSIS

S u m m a r y

Trials carried out in 1970-ies on the maize grain harvest using the Bizon Super combine harvester with the thrashing mechanism applied for harvest of cereals and with 4-row adapter of the Hungarian make gave negative results. It appeared, namely, that the process of seed separation from ear of cereals or grain from the cob base of maize is running differently in the thrashing course. A detailed analysis of the thrashing drum a work and of mutual influence on the maize mass flow has proved the necessity of adaptation of the drum and concave to thrashing of maize cobs.

In this connection only one alteration in the thrashing drum consisting in closing the space between flails with the profiled sheet has been introduced. A drum of the closed type enabling continuous contact with the concave suitable for thrashing maize grain at the moisture of cobs of over 35% has been formed.

In this construction of the thrashing mechanism an 11-bar concave differently fitted in relation to the cereal concave has been applied, so as to ensure a smooth entering the thrashed mass between drum and concave, a gradual narrowing of the slot between the drum and concave and a reduction of breaking maize cobs in the thrashing process. To facilitate the hulling process of the maize grain from cobs, the transversal form of the concave was altered. The height of the first three bars was lowered forming a smooth wedge, with the purpose of a proper pulling maize cobs between the drum and concave and of a reduction of breaking cobs.

In investigations of the thrashing process of maize cobs the film technique of rapid shots has been applied. The process of separation of grain from cobs at the slowing coefficient of $Z = 12,5$ recorded on the film reel with the speed of 300 frames. s^{-1} confirmed during the film projection the correctness of constructional alterations of the drum and concave and of rotation of the thrashing drum within the limits of 550-600 t.p.m.