

## WYKORZYSTANIE TECHNIKI SZYBKICH ZDJĘĆ DO ANALIZY PROCESU OMŁOTU KUKURYDZY W ZESPOLE MŁÓCĄCYM KOMBAJNU ZBOŻOWEGO<sup>1</sup>

*Ryszard Siwiło*

Instytut Mechanizacji Rolnictwa AR, Lublin

Dynamiczny rozwój polskiego rolnictwa, a szczególnie produkcji zwierzęcej, spowodował gwałtowny wzrost zapotrzebowania na pasze. Programy zabezpieczenia bazy paszowej przewidują znaczne rozszerzenie uprawy niektórych roślin, m. in. kukurydzy. Jako pasza daje ona wyjątkowo duże efekty produkcyjne. Za podstawowe walory kukurydzy uważa się wysokie plony jednostek paszowych, wszechstronność użytkowania, łatwość konserwacji, przechowywania i spasanania oraz możliwość zmechanizowania procesu produkcji.

Szczególnie wiele zalet jako pasza ma ziarno kukurydzy. Ten kierunek uprawy ma w kraju niewielkie tradycje. Ostatnie lata zdecydowanie przyspieszyły podjęcie decyzji o zwiększeniu areału produkcji kukurydzy na ziarno. Istotne znaczenie ma tu możliwość zmechanizowania procesu zbioru i zabezpieczenia ziarna. Jedną z maszyn wykorzystywanych do zbioru i omłotu kolb kukurydzy jest odpowiednio adaptowany kombajn zbożowy Bizon Z-050 (Bizon Super).

Prowadzone w Instytucie Mechanizacji Rolnictwa AR w Lublinie badania laboratoryjne i eksploatacyjne kombajnu [10] pozwoliły określić optymalne parametry jego pracy, ale równocześnie umożliwiły stwierdzenie wielu niedociągnięć i nieprawidłowości, których usunięcie znacznie poprawiłoby pracę tej złożonej maszyny. Do ważniejszych, zauważonych podczas badań eksploatacyjnych, niedomagań zaliczono:

— brak możliwości uzyskiwania pełnej przepustowości zespołu młócającego (do  $5 \text{ kg/s}^{-1}$ ) bez zwiększenia strat kolb adaptera zrywającego,

---

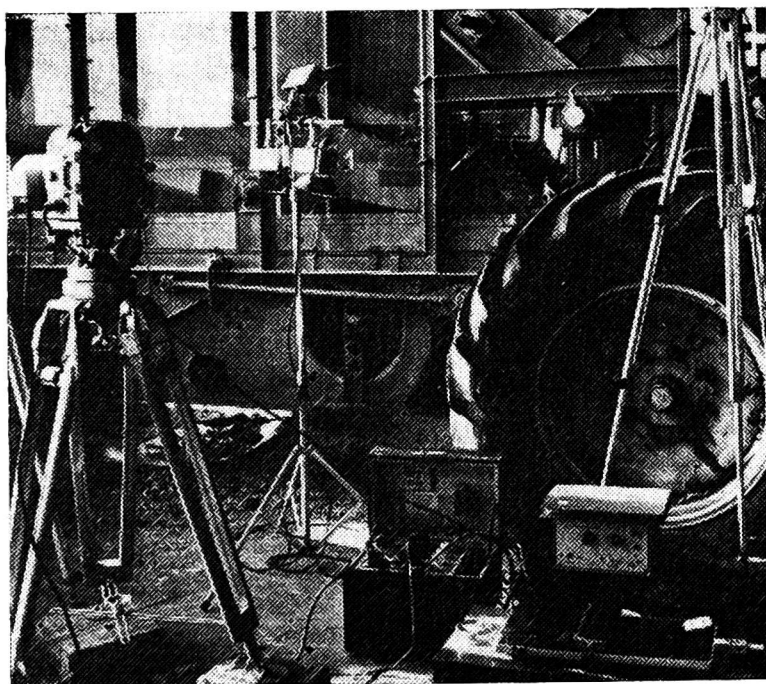
<sup>1</sup> Opracowanie zilustrowano fragmentem filmu badawczego.

— zwiększenie strat zespołów obrywających w miarę zwiększania prędkości roboczej,

— zaleganie osadek na zębatym grzebieniu pomostu schodkowego podsiewacza,

— zbyt wolne przesuwanie omłóconej masy przez wytrząsacze.

Ponieważ stosowane w badaniach laboratoryjnych i eksploatacyjnych techniki badawcze nie pozwoliły na całkowite wyjaśnienie powyższych zagadnień — zdecydowano przeprowadzić dalsze badania na specjalnie skonstruowanym stanowisku badawczym i przy użyciu innych metod. Stanowisko zbudowano, wykorzystując podstawowe zespoły kombajnu zbożowego bez naruszania ich konstrukcji. Wszystkie mechanizmy otrzymały indywidualny napęd z możliwością szerokiego zakresu regulacji. W celu zapewnienia możliwości obserwacji procesów odbywających się w zespołach kombajnu metalowe ściany stanowiska zastąpiono z jednej strony przezroczystymi osłonami ze szkła. Umożliwiło to bezpośrednią obserwację odbywających się procesów. Ponieważ niektóre z nich zachodzą z dużą prędkością, jak np. omłot, konieczna była ich rejestracja. Wykorzystano w tym celu kamerę filmową Pentazet 16 A przystosowaną do filmowania z dużą częstotliwością ruchu taśmy. W czasie badań rejestrowano na taśmie filmowej proces omłotu kolb kukurydzy w zespole młócającym, przejście masy przez wytrząsacze i przez podsiewacz. Kamera pracowała na dwóch częstotliwościach ruchu taśmy: 1000 i 1500 kl./s<sup>-1</sup>). Zdjęcia wykonano przy różnych parametrach technicznych poszczególnych zespołów stanowiska badawczego. Na rysunku 1



Rys. 1. Stanowisko badawcze przygotowane do filmowania procesu omłotu kukurydzy kamerą Pentazet 16 A

przedstawiono stanowisko badawcze przygotowane do filmowej rejestracji procesu omłotu. Film wykonano na taśmie czarno-białej ORWO-NP-7 (16 mm) przy oświetleniu halogenowym o łącznej mocy 5000 W. Materiał filmowy poddano obróbce laboratoryjnej i sporządzono kopie pozytywowe. Łącznie otrzymano około 600 mb filmu, na którym zarejestrowano wymienione uprzednio procesy.

Do wstępnej selekcji i przeglądu materiału badawczego wykorzystano projektor filmowy AP-22T i przeglądarkę filmów Meopta 16 mm. Odtwarzając na projektorze o częstotliwości  $24 \text{ kl./s}^{-1}$  film wykonany z częstotliwością  $1000 \text{ kl./s}^{-1}$  przesuwu taśmy, uzyskano współczynnik zwolnienia  $Z = 41,7$  i przy filmie wykonanym z częstotliwością  $1500 \text{ kl./s}^{-1}$  — współczynnik zwolnienia  $Z = 62,5$ .

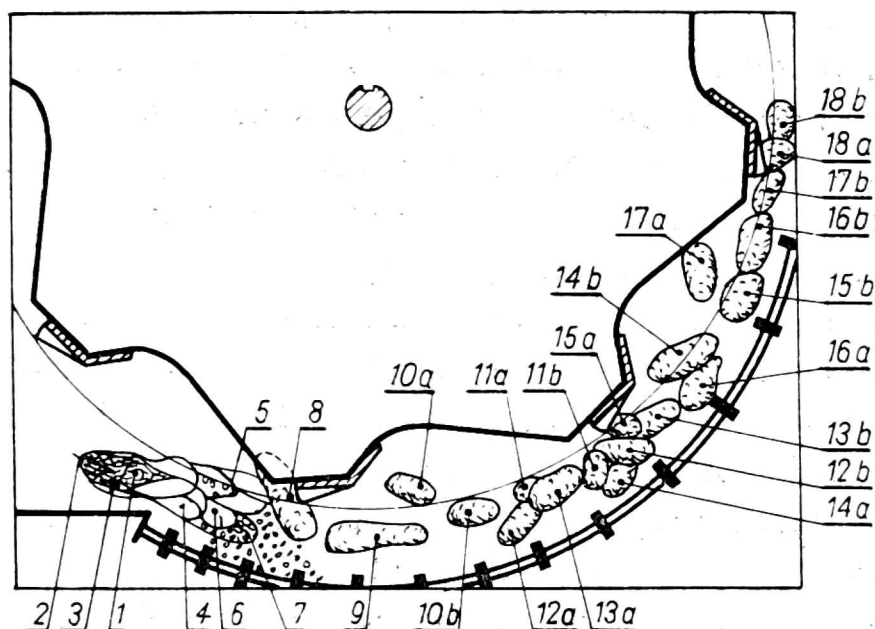
Wybrane podczas przeprowadzonej w ten sposób analizy jakościowej interesujące fragmenty filmów poddano analizie ilościowej na analizatorze Film Motion Analyzer japońskiej firmy Nissei Sancyo Co LTD nac Camera Service Company w Studio Filmu Badawczego Węgierskiej Akademii Nauk w Budapeszcie<sup>2</sup>.

W dalszej części opracowania przedstawiono wyniki analizy ilościowej fragmentów filmu, na którym zarejestrowano z częstotliwością  $1000 \text{ kl./s}^{-1}$  przebieg procesu omłotu pojedynczej kolby kukurydzy.

Podczas wykonywania analizy filmu zdecydowano, że korzystniejsze będzie ręczne odwzorowywanie kolejnych zmian położenia kolby w zespole młócającym, rzutowanych na ekran analizatora, ponieważ rejestrowanie współrzędnych — ze względu na duże rozmiary kolby — byłoby zbyt czasochłonne. Niektórzy autorzy zaznaczają jedynie punkt, który zajmuje wierzchołek kolby, natomiast linią kierunek jej ułożenia, jednakże taki sposób postępowania nie daje pełnego obrazu przebiegu całego procesu [6]. Na rysunku 2 przedstawiono przebieg omłotu pojedynczej kolby kukurydzy, zarejestrowany na 180 klatkach filmu. Zmiany położenia kolby w szczelinie zespołu młócającego naniesiono co 10 klatek. Położenie bębna młócającego zaznaczono tylko dla pierwszej klatki. Prędkość obrotowa bębna wynosiła  $600 \text{ obr./min}^{-1}$ , a więc jego prędkość obwodowa (przy średnicy 600 mm) odpowiednio  $18,84 \text{ m/s}^{-1}$ . Omłot odbywał się przy szczelinie roboczej: wlot — 65 mm oraz wylot — 32 mm i wilgotności ziarna 30%.

Analizowany odcinek taśmy filmowej (180 klatek) został zrealizowany z częstotliwością  $1000 \text{ kl./s}^{-1}$ , a więc zarejestrowany na nim proces trwał zaledwie 0,18 s. Czas pomiędzy kolejnymi zaznaczonymi położeniami kolby (co 10 klatek) wynosił 0,01 s. Pomiar długości pomiędzy

<sup>2</sup> Autor wyraża podziękowanie inż dypl. Wiliamowi Cechowi ze Studia Filmu Badawczego za umożliwienie wykonania analizy i fachową opiekę.



Rys. 2. Przebieg procesu omlotu pojedynczej kolby kukurydzy (kolejne położenia 1-18b naniesione z co 10 klatki filmu)

kolbami (rys. 2) i porównanie go ze skalą rysunku umożliwił wyliczenie drogi, jaką przebyła kolba w zespole młójącym. Znajomość czasu, w którym to przemieszczenie nastąpiło, umożliwia wyliczenie prędkości, z jaką poruszała się kolba. Wynosiła ona od kilku metrów w początkowej części szczeliny aż do  $22 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  w części końcowej. Największe przyspieszenia kolba uzyskiwała w środkowej części szczeliny.

Analizą prędkości przemieszczania ziarna w szczelinie roboczej zespołów młójących zajmowało się wielu badaczy przy pomocy różnych technik pomiarów. Ponieważ parametry badanych materiałów, jak i wielkości szczelin, różniły się między sobą, stąd też publikowane wyniki liczbowe wykazują znaczną rozpiętość. Pustygin [7] podał, że prędkość wylotowa młóconej pszenicy wynosiła 6,6 do  $13 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Schulze [9] uważa, że prędkość przesuwu materiału w szczelinie roboczej osiąga wartość do  $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , natomiast z badań Kanafojskiego [1] wynika, że średnia prędkość wylotowa pszenicy wynosi 4,8-6,7  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Radziecki badacz Sakun [8] przy pomocy szybkich zdjęć filmowych stwierdził, że średnia prędkość przesuwu materiału w szczelinie roboczej wynosi około  $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Nie podaje jednak charakterystyki młóącego materiału i wielkości zasilania. Tę samą technikę badawczą zastosowali również Klenin i Dzodcojew [2] uzyskując przy omlocie pszenicy prędkość końcową około  $24 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  (przy prędkości obwodowej bębna około  $30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ).

Niniejsze opracowanie stanowi fragment większej całości, dlatego też ograniczono się tylko do podania niektórych wyników badań. Nie wszystkie zasygnalizowane na wstępie niedomagania kombajnu przy zbiorze kukurydzy zostały całkowicie rozwiązane, jednakże zastosowanie kamery

filmowej na stanowisku badawczym umożliwiło wyjaśnienie, względnie w niektórych przypadkach zwrócenie uwagi na istotne procesy i zjawiska zachodzące w zespole młójącym. Byłoby to zupełnie niemożliwe przy normalnej eksploatacji kombajnu. Już analiza jakościowa filmu odtwarzanego przy współczynniku zwolnienia  $Z = 41,7$  umożliwia stwierdzenie, że konstrukcja klepiska może być nieco inna, gdyż proces omłotu kolb z ziarnem o wilgotności 30% kończy się w połowie szczeliny roboczej, która poza tym zmniejsza się nierównomiernie (wynika to z konstrukcji klepiska). W wyniku innych prób do wniosku tego doszli również konstruktorzy z OBR Fabryki Maszyn Żniwnych w Płocku i na jego podstawie wprowadzili zmiany konstrukcyjne w zespole młójącym. Analiza filmu, na którym zarejestrowano pracę podsiewacza, wykazała, że zaleganie wymłóconych osadek jest powodowane przez nadmierne zagęszczenie elementów konstrukcji (grzebienie zębate), co powoduje hamowanie przepływu masy do tyłu.

Badania stanowiskowe nie umożliwiały rejestrowania na taśmie filmowej pracy zespołów zrywających przy różnej ich prędkości roboczej. Wydaje się bardziej uzasadnione zastosowanie w tym celu kamery i wykonanie filmu w warunkach eksploatacyjnych niż przeprowadzanie wielokrotnych prób umożliwiających określenie możliwości zmniejszenia strat kolb w zespołach zrywających przy zwiększonych prędkościach roboczych.

Do technicznych uwag, związanych z realizacją tematu, zaliczyć można konieczność zastosowania oświetlenia o większej mocy, szczególnie przy filmowaniu pracy podsiewacza i wytrząsaczy. Celowa byłaby również większa częstotliwość ruchu taśmy przy rejestrowaniu pracy bębna młójącego, tj. do około  $2500 \text{ kl./s}^{-1}$  (w badaniach stosowno 1000-1500  $\text{kl./s}^{-1}$ ).

Przedstawione powyżej wstępne wyniki fragmentów badań nad omłotem kukurydzy przy pomocy kombajnu zbożowego wskazują na dużą przydatność techniki szybkich zdjęć filmowych do wyjaśnienia wielu procesów i zjawisk niemożliwych do uzyskania przy pomocy innych technik badawczych. W przeprowadzonych badaniach kamera filmowa zarejestrowała na taśmie m.in. proces omłotu kukurydzy w zespole młójącym, którego analiza wykazała, że np. kształt klepiska może być nieco inny. Umożliwiła również obserwację masy kukurydzy na wytrząsaczach i ziarna na podsiewaczu. Wyciągnięte wnioski mają istotny wpływ na eksploatację kombajnu przy zbiorze kukurydzy, umożliwiając bowiem dokładniejszy dobór jego parametrów technicznych.

Bardziej szczegółowe wyniki będą przedstawione po zakończeniu programu badań zbioru kukurydzy kombajnem zbożowym typu Bizon Z-050.

## LITERATURA

1. Kanafojski Cz., Karwowski T.: Teoria i konstrukcja maszyn rolniczych t. II, PWRiL, Warszawa 1972.
2. Klenin N. I., Dzodcojew G. I.: Skorost dwizenija chlebnoj massy w mołotilnom zazorie bilnowo barabana. Trakt. Sielchozmasz. 1969 nr 4.
3. Olkuśnik S.: Techniki filmowe w filmach badawczych z zakresu nauk rolniczych. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 1971 z. 128.
4. Orzechowski J.: Niektóre aspekty filmu naukowo-badawczego. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 1973 z. 148.
5. Orzechowski J.: Problemy filmu rolniczego. Lublin 1972.
6. Orzechowski J.: Wykorzystanie i efektywność filmu badawczego w naukach rolniczych. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 1971 z. 128.
7. Pustygin M. A.: Teoria i technologiczeskij raszczot mołotilnych ustrojstw. Sielchozgiz. Moskwa 1948.
8. Sakun W. A.: Jawlenje rastaskiwaniija i pieretiraniija chlebnoj massy w podbarabanje mołotilnowo ustrojstwa. Dokłady Mosk. Inst. Inż. siel-choz. Proizw. t. 3, Moskwa 1966.
9. Schulze K. H.: Kinematographische Untersuchung des Dreschvorganges in einer Schlagleistentrommel. Grundl. Landtech. 1956 nr 7.
10. Siwiło R.: Zbiór kukurydzy na ziarno kombajnem Z-050 z adapterem BRAUD. Biul. Inf. IMER, nr 4(110), 1974.
11. Strykowski W.: Wymagania stawiane filmowi naukowo-badawczemu. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 1973 z. 148.
12. Woźniak W. W.: Badania maszyn rolniczych przy pomocy kamery Pentazet 16. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 1971 z. 128.

*P. Сивило*

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНИКИ КИНОСЪЁМОК ДЛЯ АНАЛИЗА ПРОЦЕССА ОБМОЛОТА КУКУРУЗЫ КОМБАЙНОМ

#### Резюме

Развитие производства кукурузы на зерно повлияло на введение испытаний по пригодности зерноуборочного комбайна к уборке и обмолоту початков. Испытания дали положительный результат. Дальнейшие опыты концентрированы на определении кинематики початка во время его дороги через молотилку. Проведено лабораторные испытания процесса обмолота на испытательном стенде подготовленном на базе зерноуборочного комбайна. Стенд создавал возможность ведения наблюдений процесса. Был он снят камерой Пентацет 16 А, при скорости движения плёнки 1000 и 1500 кадров в секунду. Анализ фильма позволил графически представить путь початка в молотилке и определить характерные места начала процесса обмолота. Одновременно определено, что полевые эксплуатационные параметры срывающего органа но обеспечивают полного использования пропускной способности комбайна. Похожие испытания охватывали процесс прохода вымолоченной массы через соломотрясы зерноуборочного комбайна, при чем этот процесс был снят на киноплёнке.

*R. Siwilo*

USE OF HIGH-SPEED PHOTOGRAPHY FOR ANALYSIS  
OF CORN THRESHING PROCESS IN A THRESHING UNIT  
OF COMBINE-HARVESTER

S u m m a r y

Fast development of corn growing in Poland caused to begin experiments with adaptation of combine-harvester for harvesting and threshing of corn-cobs. The trials of combine-harvester operation of corn harvesting were successful. Later works were concerned in clearing up of corn-cob kinematics at passing through the threshing unit. Laboratory tests dealing with threshing process were carried out on the testing rig, constructed on the basis of combine-harvester. Testing rig ensured to observe the process, which was filmed by the Pentazet 16 A camera at film-stock speeds of 1000 and 1500 frames/sec. The completed film analysis allowed to plot a graph of corn-cob trajectory in the threshing unit and to fix the places which characterize the real starting of threshing process. At the same time it was stated that field operating parameters of the severing unit didn't provide the possibility for complete use of full combine-harvester capacity. Similar research with filming of the process of passing the corn mass, having been already threshed, through the walkers of combine-harvester were carried out.