

FILMOWA ANALIZA PRZESTRZENNEGO RUCHU KOLBY KUKURYDZY
W ZESPOLE OBRYWAJĄCYM

Ryszard Siwiło

Instytut Mechanizacji Rolnictwa AR w Lublinie

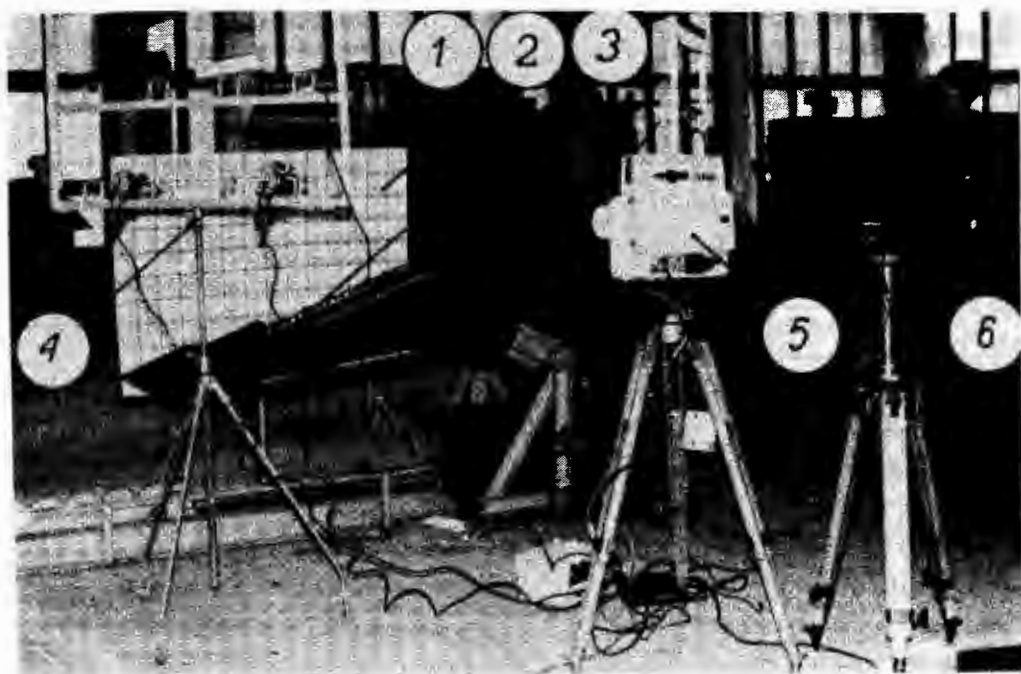
Ustawiczne doskonalenie maszyn rolniczych, zwiększenie ich wydajności i niezawodności wymagają zarówno kompleksowych badań całości konstrukcji, jak i poszczególnych zespołów. Ze względu na dynamiczny charakter, duże prędkości i złożoność zachodzących procesów, w badaniach nad niektórymi maszynami pomocna okazuje się metoda filmowania kamerą do zdjęć szybkich. Analiza uzyskanych w ten sposób wyników pozwala lepiej lub pełniej zrozumieć i ocenić istotę niektórych procesów zachodzących w maszynach. Może być także podstawą lub inspiracją do nowych poszukiwań konstrukcyjnych [4, 6].

W Instytucie Mechanizacji Rolnictwa AR w Lublinie od wielu lat prowadzone są badania maszyn rolniczych. W niektórych badaniach podstawowym lub uzupełniającym narzędziem pomiarowym jest kamera filmowa, w tym głównie kamera do zdjęć szybkich. Wśród wielu stanowisk badawczych, jakie zbudowano w Instytucie, znajduje się stanowisko do badania procesu obrywania kolb kukurydzy [5]. Wykorzystując to stanowisko, dokonano techniką zdjęć szybkich rejestracji procesu obrywania kolb kukurydzy. Uzyskano interesujący materiał badawczy. Otrzymane dzięki analizie filmowej fazy ruchu kolb nie odzwierciedlały jednakże w pełnym stopniu faktycznego stanu, ponieważ rejestracja odbywała się tylko w jednej płaszczyźnie. Podobne ograniczenia wystąpiły w wielu innych badaniach, m.in. przy stosowaniu techniki zdjęć szybkich w badaniach zespołu młóścącego kombajnu zbożowego, wytrząsaczy, przenośników ziarna, zespołu żniwnego i innych [1, 7]. Zarejestrowanie na taśmie zjawisk zachodzących w określonej przestrzeni i sprowadzenie ich do płaskiego kadru filmowego dawało niekiedy zniekształcenia w przebiegu procesu, których skala nie zawsze mogła być precyzyjnie określona.

Mając na uwadze powyższe uwarunkowania podjęto próbę zmodernizowania stanowiska do badania procesu obrywania kolb kukurydzy, umożliwiającą uzyskanie większej

liczby informacji o zachodzącym procesie. Dążono głównie do otrzymania przestrzennego obrazu ruchu kolby w zespole obrywającym. Aby taki obraz otrzymać, konieczne jest filmowanie obiektu w dwóch przecinających się płaszczyznach. Zastosowanie drugiej, podobnej lub identycznej kamery, filmującej synchronicznie zdarzenie z innego punktu, było z wielu względów niemożliwe. W celu więc uzyskania obrazu w drugiej płaszczyźnie, wykorzystano zjawisko odbicia w lustrze. Dzięki temu jedna kamera rejestruje dwa obrazy tego samego zjawiska na jednej klatce filmowej, w tym jednego odwróconego.

Zastosowanie lustra w badaniach maszyn rolniczych - w celu uzyskania przestrzennego obrazu - występowało dotychczas sporadycznie. Jako przykład można wymienić stanowisko do analizy formowania się strugi nasion w kołeczkowym zespole wysiewającym. Obraz z małego lusterka, umieszczonego pod przezroczystym denkiem mechanizmu, wykorzystywany był jedynie w analizie jakościowej - jako źródło dodatkowej informacji o przebiegu procesu [3]. Taką samą rolę spełniało lusterko w badaniach pneumatyczno-mechanicznego aparatu wysiewającego, przeprowadzonych w WSR w Pradze [8].



Rys. 1. Stanowisko do badania procesu oddzielenia kolb od łodyg kukurydzy: 1 - lustro płaskie, 2 - tablica porównawcza, 3 - sekcja obrywająca kolby, 4 - statyw oświetlaczy, 5 - kamera Hyspeed, 6 - kamera Krasnogorsk-3

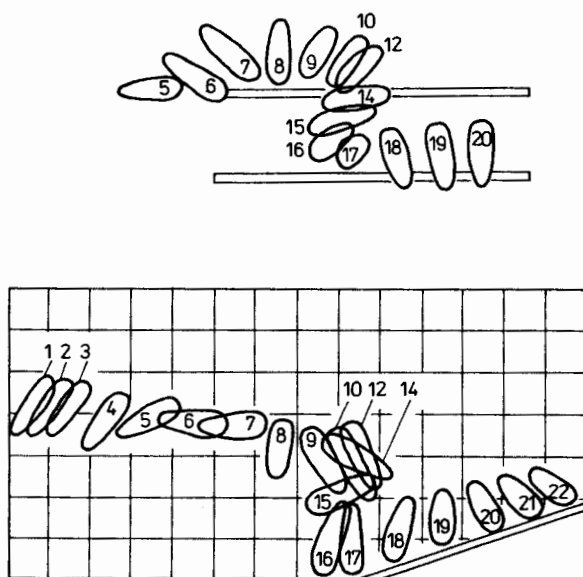
Przyjęta w badaniach własnych koncepcja modernizacji stanowiska wymagała stabilnego mocowania lustra, z jednoczesną możliwością uzyskania dowolnego jego położenia względem całej konstrukcji. Z uwagi na możliwość przenoszenia drgań ze stanowiska na lustro, a także dla uzyskania większej swobody manewrowania, zdecydowano wykonać oddzielną konstrukcję, nie powiązaną ze stanowiskiem. Jako podstawę wykorzystano statyw fotograficzny z obrotową głowicą, do której przymocowano prowadnicę ramienia ze śrubą blokującą. Ramię zakończone jest obrotowym przegubem wyposażonym w śrubę zaciskową. Ucho przegubu łączy się z płytą stanowiącą tylną ścianę lustra. Na drugim końcu ramienia umieszczono przesuwny przeciwcieżar zapewniający stabilność zespołu. Do badań wykorzystano prostokątne lustro płaskie o wymiarach 400 x 600 mm. Dla zapewnienia możliwości określania wielkości przemieszczeń filmowanych elementów, podczas analizy filmu, wykonano tablicę porównawczą z siatką linii prostopadłych prowadzonych co 100 mm. Tablica zamocowana na statywie i umieszczona za stanowiskiem stanowiła tło zachodzącego procesu. Widok ogólny zmodernizowanego stanowiska przedstawiono na rys. 1.

Do badań wykorzystano rośliny kukurydzy mieszańca LG 7 o następujących cechach:

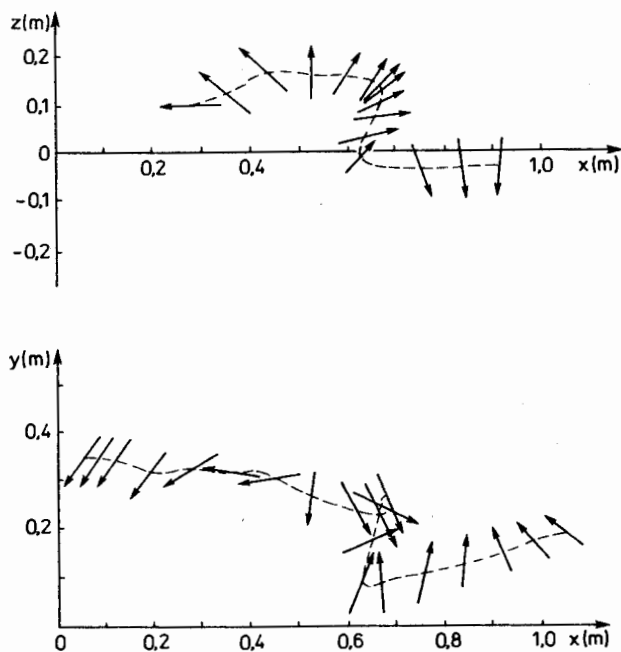
- wysokość roślin: 1,97 m,
- wysokość kolb na roślinie: 1,16 m,
- średnica łodyg na wysokości 1 m: 24 mm,
- największa średnica kolby: 49 mm,
- wilgotność ziarna: 30,3%,
- " osadki: 45,8%,
- " łodygi: 36,8%.

Proces obrywania kolb filmowano kamerą HYSPEED H-10/16 na filmie negatywowym czarno-białym 16 mm GEVAPAN 36/195, o czułości 25 DIN, z frekwencją $500 \text{ kl}\cdot\text{s}^{-1}$. Filmowany obiekt oświetlono lampami halogenowymi o łącznej mocy 7 kW, rozmieszczonymi symetrycznie względem osi filmowania.

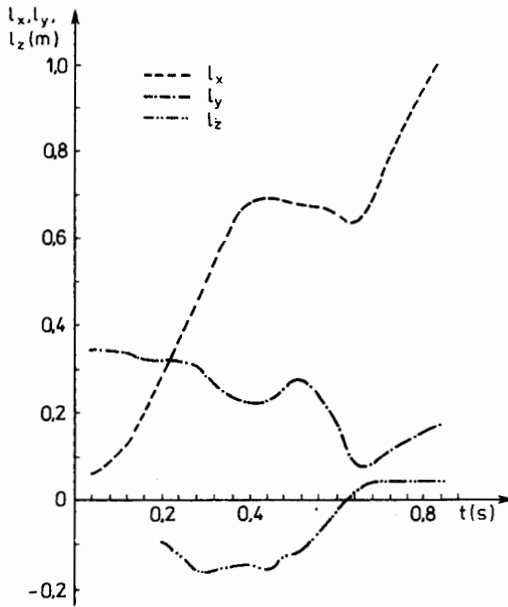
Analizę jakościową i ilościową wykonano przy użyciu projektora-analizatora SPECTO MK-III na podstawie 1600 kadrów filmu zawierających 4 przypadki ruchu kolby i przy górnym ustawieniu lustra. W niniejszym opracowaniu omówiono szczegółowo tylko jeden przypadek. Dla przeprowadzenia analizy wykorzystano co 20 kadr filmowy, co przy frekwencji $500 \text{ kl}\cdot\text{s}^{-1}$ dawało przedziały czasowe 0,04 s. Ustalenie wzajemnej skali obrazu głównego i jego odbicia w lustrze umożliwiło graficzne przedstawienie przebiegu zjawiska w dwóch rzutach (rys. 2). Kolejny etap analizy polegał na przedstawieniu poszczególnych przebiegów w postaci uproszczonej, z zaznaczeniem toru ruchu środka kolby (rys. 3). W dalszej części przetransportowano zapis z płaszczyzn XOY i XOZ na trzy funkcje $L_x(t)$, $l_y(t)$ i $l_z(t)$, przedstawiające zależności składowych przesunięć środka kolby od czasu (rys. 4). Ze względu na



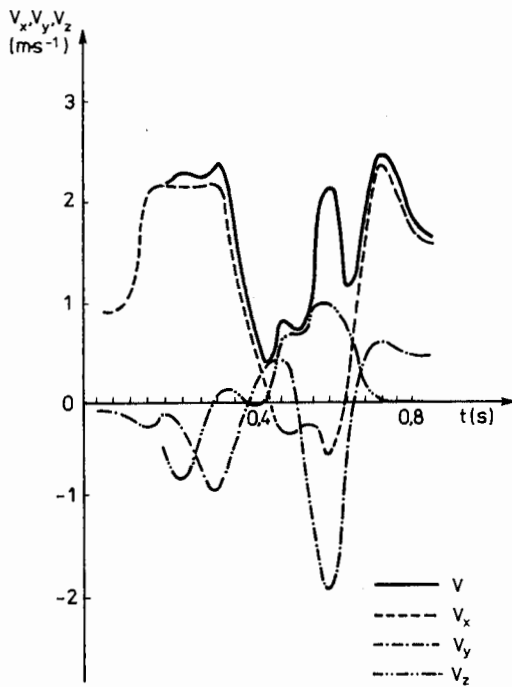
Rys. 2. Zapis roboczy ruchu kolby kukurydzy w zespole obrywającym (pierwszy etap analizy)



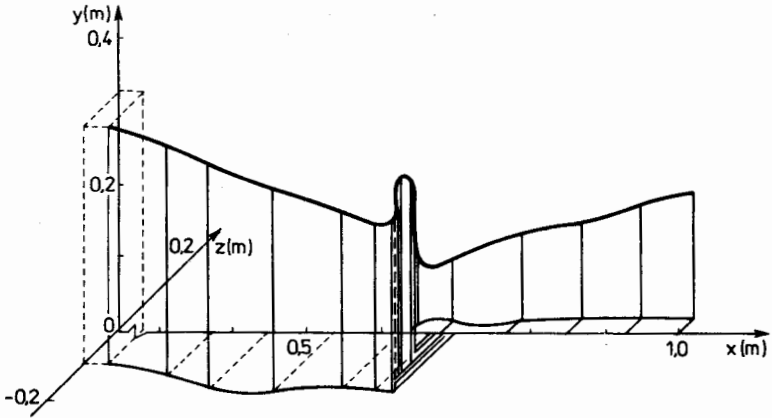
Rys. 3. Uproszczony zapis ruchu kolby kukurydzy w zespole obrywającym (sporządzony na podstawie rys. 2)



Rys. 4. Przebieg przemieszczeń środka kolby kukurydzy w zespole obrywającym



Rys. 5. Przebieg zmian prędkości środka kolby kukurydzy w zespole obrywającym



Rys. 6. Przestrzenny obraz toru ruchu kolby kukurydzy w zespole obrywającym

odbicie lustrzane, wykres funkcji $l_z(t)$ został przekształcony przez symetrię osiową względem osi odciętych. Aby uzyskać informacje o prędkościach, jakie osiąga kolba i przebieg ich zmian w czasie, dokonano graficznego różnicowania wykresów funkcji $l_x(t)$, $l_y(t)$, $l_z(t)$, otrzymując wykresy funkcji $V_x(t)$, $V_y(t)$ i $V_z(t)$ oraz wykres funkcji $V(t)$ powstały w wyniku sumowania prędkości składowych (rys. 5). W celach poglądowych, dla lepszego przedstawienia toru poruszającej się kolby, przedstawiono go w układzie przestrzennym XYZ (rys. 6).

W analizowanym i przedstawionym na powyższych rysunkach przypadku czas trwania procesu wynosił $t = 0,88$ s. Kolba znajdowała się początkowo na wysokości $l_y = 1,19$ m i w odległości $l_z = 0,1$ m od osi sekcji (w czasie $t = 0,2$ s). Po uchwyceniu łodygi w momencie $t = 0,16$ s przez stożki ślimakowe, kolba porusza się przez $0,16$ s z prędkością $V = 2,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. W chwili $t = 0,48$ s następuje cofnięcie kolby o wartości: $\Delta l_x = -0,05$ m i $\Delta l_y = 0,06$ m, a następnie jej szybkie przemieszczenie w dół, aż do jej oberwania w chwili $t = 0,6$ s. W tym czasie jej prędkość wynosiła $V_y = 1,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Po oberwaniu kolby następuje krótkotrwały wzrost prędkości ruchu do $V = 2,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, po czym jej spadek do $V = 1,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, a więc odpowiadającej prędkości łańcuchów transportujących. Największe odchylenie kolby od osi sekcji młócającej wystąpiło w czasie $t = (0,28-0,44)$ s i wynosiło $l_z = 0,16$ m. Największą prędkość w płaszczyźnie Z ($V_z = 1,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) kolba uzyskiwała w momencie $t = 0,6$ s, tj. w chwili jej obrywania. Prędkość wciągania łodygi przez walce była znacznie większa niż kolby, która w tym czasie obracała się, ustawiając się wierzchołkiem ku górze.

Zakończenie i wnioski

Przeprowadzone badania potwierdziły przydatność stanowiska do tego rodzaju prób, co pozwoliło uzyskać powiększony obszar informacji. Do analizy można było przeznaczyć materiał uzyskany przy górnym ustawieniu lustra. Bardzo pomocną okazała się tablica porównawcza skali wielkości. Użyte do prób lustro o wymiarach 400 x 600 mm było zbyt małe. Dłuższy jego bok powinien mieć długość około 900-1000 mm. Uzyskanie w lustrze obrazu odwróconego znacznie utrudnia prowadzenie analizy. Celowe jest prowadzenie w tym względzie dalszych prób. W zakresie oceny przebiegu filmowanych zjawisk, w wyniku badań stwierdzono, że mniejsze możliwości strat lub uszkodzeń kolby występują wówczas, gdy jej przemieszczenia oraz chwilowe prędkości są możliwie małe. Przebiegi takie uzyskiwano przy niewielkiej pionowej odległości kolby od sekcji. Rezultaty takie można uzyskać przy mieszaniach kukurydzy charakteryzujących się dużym wyrównaniem wysokości osadzenia kolb na łądych.

Literatura

1. Dreszer K.: Badania przenośników ziarna w kombajnach zbożowych. Praca doktorska. AR, Lublin 1981.
2. Mechanizacja produkcji kukurydzy. Praca zbiorowa. PWRiL, Warszawa 1981.
3. Dłkuśnik S.: Zastosowanie filmowych zdjęć szybkich w badaniach formowania się strugi nasion w kołeczkowym mechanizmie wysiewającym. Zesz.Prob.Post.Nauk Rol. 188, 1977.
4. Orzechowski J.: Kolejny etap rozwoju filmu badawczego. Zesz.Probl.Post. Nauk Rol. 237, 1981.
5. Podsiadły S.: Stanowisko do badania procesu oddzielania kolb od łądyg kukurydzy. Praca magisterska AR, Lublin 1980.
6. Sacharow A.: Perspektywy ispolzowanija sowriemiennoj kinotechniki w sielsko-chozjajstwiennych issledowanijach. Zesz.Probl.Post.Nauk Rol. 148, 1973.
7. Siwiło R., Zętar J.: Zastosowanie kamery filmowej Hyspeed i projektora-analizatora Specto MK-III w badaniach maszyn rolniczych. Zesz.Probl.Post.Nauk Rol. 237, 1981.
8. Welda K.: Zastosowanie techniki filmowej w pracach naukowobadawczych i dydaktycznych katedry maszyn rolniczych WSR w Pradze. Zesz.Probl.Post. Nauk Rol. 188, 1977.

Р. Сивило

**ФИЛЬМОВЫЙ АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ДВИЖЕНИЯ ПОЧАТКА КУКУРУЗЫ
В ОТРЫВАЮЩЕМ МЕХАНИЗМЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КИНОКАМЕРЫ****Р е з ю м е**

В кафедре механизации сельского хозяйства Сельскохозяйственной академии в Люблине сконструирован стенд позволяющий исследовать отрывание початков кукурузы от стебля. Параметры этого стенда отвечают условиям работы зерноуборочного комбайна.

Стенд оснащен зеркалом в котором отражается наблюдаемый сверху ход процесса. Все это регистрируется на киноплёнке со скоростью 500 кадров в секунду при использовании кинокамеры для скорых съёмок типа ГИСПИД, дающей пространственное изображение процесса.

Применяли освещение мощностью 7 кВт. Сложный процесс анализа изучался с использованием проектора-анализатора СПЕКТО МК-III. Были определены оптимальные параметры процесса отрывания початков.

R. Siwiło

ANALYSIS OF THE SPATIAL MOVEMENT OF A MAIZE COB IN THE
TEARING ASSEMBLY PERFORMED BY THE FILM TECHNIQUE

S u m m a r y

The testing stand enabling registration of the process of tearing maize cobs off stem has been built at the Department of Mechanization of Agriculture, Agricultural University of Lublin. Parameters of the stand correspond to grain combine harvester work conditions.

The stand was outfitted in a looking glass, in which the process course observed from above was reflected. The wholeness was registered on the film with the speed of 500 frames per second with the use of the camera for quick shots of the Hyspeed type, obtaining spatial picture of the process.

Lighting of the strength of 7 kW was applied. The complex process of the analysis was performed using the Specto MK-3 analyzer. Optical parameters of the cob tearing process were determined.