

## ZASTOSOWANIE KAMER FILMOWYCH W BADANIACH PROCESU OMŁOTU

Jan Gieroba, Kazimierz Dreszer

Instytut Mechanizacji Rolnictwa AR w Lublinie

### 1. Wprowadzenie

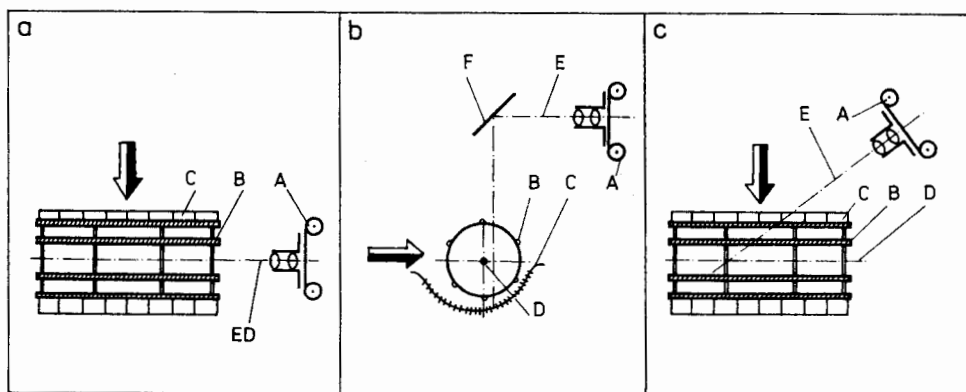
Omłot jest podstawowym zabiegiem w procesie zbioru zbóż. Od wielu lat prowadzi się eksperymenty dotyczące opracowania najbardziej przydatnego zespołu omłotowego, wydzielającego ziarno z kłosów i z masy zbożowej. W wyniku tych prac powstał szereg rozwiązań konstrukcyjnych, z których powszechne zastosowanie znalazły bębnowe (cepowe i zębowe) zespoły młójące. Wymienione konstrukcje nie są jednak doskonałe i obok wielu niewątpliwych zalet wykazują pewne wady, do których można zaliczyć niecałkowite wydzielanie ziarna ze słomy, powodowanie mechanicznych uszkodzeń ziarna oraz występowanie zjawiska owijania się bębna młójącego masą zbożową, szczególnie przy podwyższonej wilgotności. Wyeliminowanie tych wad nie jest łatwe, wymaga żmudnych badań laboratoryjnych oraz prześledzenia przebiegu omłotu w szczelinie roboczej. Dużą pomocą może być tutaj zastosowanie techniki szybkich zdjęć umożliwiającej wizualizację przebiegu procesu omłotu i mechanizmu uszkodzania ziarna. Posługując się kamerą filmową przystosowaną do szybkich zdjęć, można określić rozkład masy zbożowej w szczelinie roboczej, prędkość ziarna i słomy oraz trajektorię ich lotu. Znajomość tych parametrów jest konieczna przy analizie przebiegu procesu omłotu i matematycznym opisie tego złożonego procesu.

Materiał zawarty w niniejszym opracowaniu obejmuje krótki przegląd metod badań zespołów młójących z zastosowaniem techniki filmowej.

### 2. Zastosowane metody filmowania procesu

Filmowanie zjawisk zachodzących w szczelinie roboczej zespołu młójącego może być wykonane trzema sposobami (rys. 1 a,b,c). W pierwszym przypadku optyczna oś kamery filmowej ustawiona jest równolegle do podłużnej osi bębna młójącego (rys. 1a). W drugim przypadku oś kamery filmowej ustawiona jest prostopadle do

podłużnej osi bębna (rys. 1b). Trzeci sposób filmowania polega na ustawieniu kamery filmowej pod dowolnym kątem w stosunku do bębna (rys. 1c).

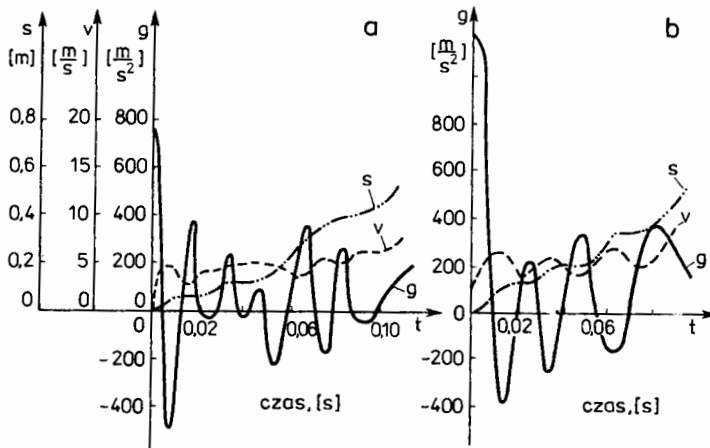


Rys. 1. Sposoby filmowania przebiegu procesu omłotu: A - kamera, B - bęben młócający, C - klepisko, D - oś bębna młócającego, E - optyczna oś kamery filmowej, F - zwierciadło

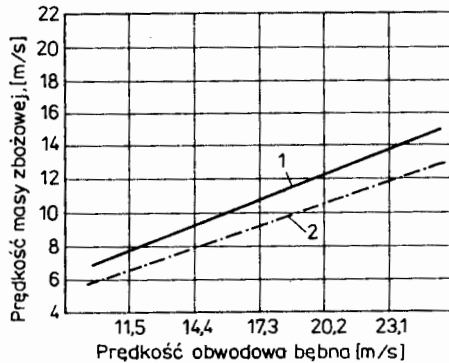
Wybór sposobu filmowania procesu dobierany jest tak, aby uzyskany materiał filmowy zawierał możliwie dużo informacji o przebiegu procesu. Najczęściej stosowanym sposobem filmowania jest układ przedstawiony na rys. 1a [1,2,3,4,7,9,12,13,14,15,16,17,18], natomiast sposoby przedstawione na rys. 1b i c są rzadziej stosowane [6,7,11]. Równoległe ustawienie optycznej osi kamery i bębna młócającego daje możliwość obserwacji przestrzeni w szczeliny roboczej na głębokość 0,3-0,4 m [16,17], lecz tylko w cepowym zespole młócającym. Należy dodać, że większość prac wykonywanych za pomocą techniki filmowej dotyczy cepowych zespołów młócających stanowiących łatwiejszy obiekt badań w porównaniu z zębowymi. Jednym z niewielu autorów, którzy stosowali technikę filmową w badaniach zębowych zespołów omłotowych, jest Sakun [14, 15].

### 3. Omówienie wyników badań zespołów młócających z użyciem kamery filmowej

Jednym z ważnych czynników wpływających na przebieg procesu omłotu jest prędkość obwodowa elementów roboczych (cepów i zębów) dochodząca do 32 m/s. Elementy te wprawiają w ruch masę zbożową, która w czasie przepływu w szczeliny roboczej rozdzielana jest na słomę, ziarno i plewy. Prędkość przemieszczania masy zbożowej i zachodzące zmiany w jej warstwie są istotnym czynnikiem intensywności wydzielania ziarna. Określenie tej prędkości jest warunkiem koniecznym do przedstawienia procesu omłotu w formie matematycznego zapisu. Do wyznaczenia prędkości przepływu

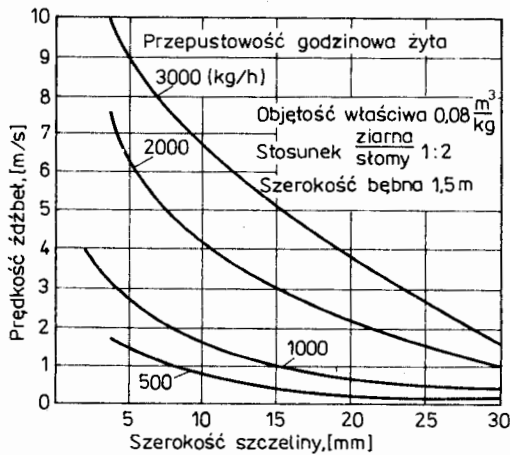


Rys. 2. Zmienność drogi, prędkości i przyspieszeń masy zbożowej w funkcji czasu  $t$  wg Chałńskiego [3]:  $s$  - droga, m,  $v$  - prędkość masy zbożowej, m/s,  $g$  - przyspieszenia masy zbożowej,  $m/s^2$ : a) dla stalowych cepów, b) dla gumowych cepów

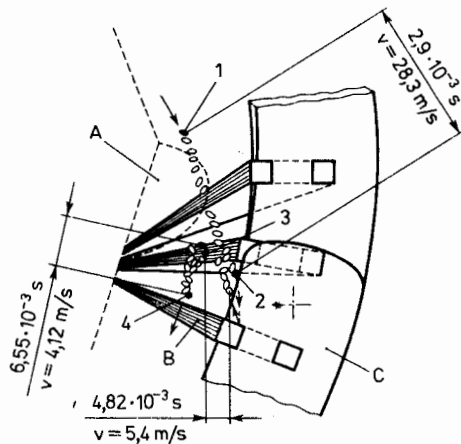


Rys. 3. Zależność prędkości masy zbożowej w szczelinie roboczej od prędkości obwodowej cepów wg Chałńskiego [3]: 1 - dla stalowych cepów, 2 - dla gumowych cepów

masy zbożowej stosowano różne metody, które obarczone są błędami [3]. Zastosowanie techniki filmowej pozwoliło na przedstawienie charakterystyki rzeczywistego przepływu masy zbożowej przez szczelinę roboczą. Stwierdzono, że bęben pracuje jak frez, porywając kolejne porcje masy zbożowej, których wielkość uzależniona jest od prędkości podawania masy zbożowej do bębna [1]. W wyniku takiego działania bębna grubość strumienia masy na wylocie jest 1,5-2 razy mniejsza niż na wlocie [3]. Towarzyszy temu rozdrabnianie masy oraz wzrost prędkości i przyspieszeń masy (rys. 2).

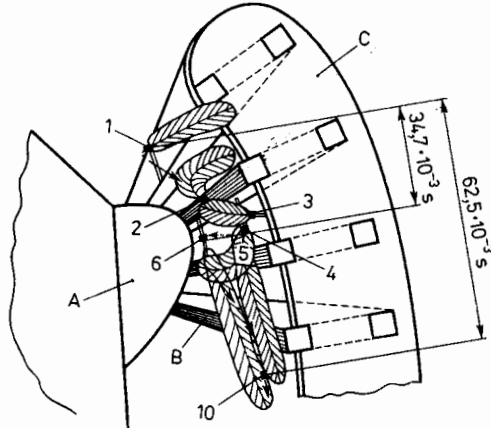


Rys. 4. Zależność zmian prędkości żdźbeł żyta od przepustowości i wielkości szczeliny roboczej wg Schulzego [16,17]

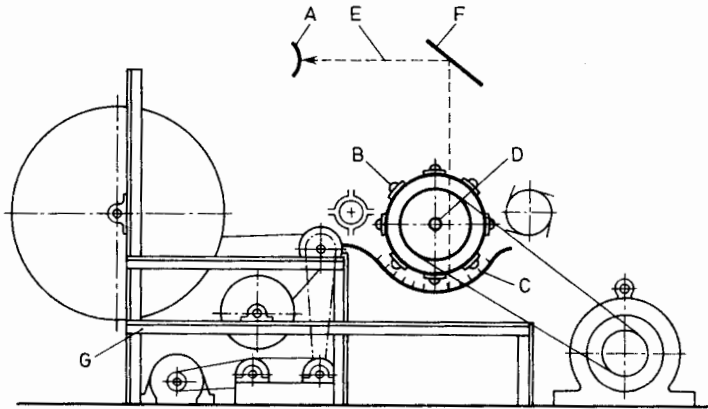


Rys. 5. Wizualizacja kolejnych położeń kłosa żyta w szczelinie roboczej wg Schulzego [16,17]: A - cep bębna, B - listwa klepiska, C - klepisko, 1-10 kolejne położenia kłosa

Analizując zmienność parametrów przedstawionych na rys. 2 Chałański [3] sporządził diagram umożliwiający określenie prędkości masy zbożowej ( $V_m$ ) w funkcji prędkości obwodowej cepów bębna młocącego (rys. 3). W wyniku rozważań autor ten [3] stwierdził, że prędkość masy zbożowej przy stalowych cepach młocących wynosi  $V_m = 0,35 V_{ob.}$ , a przy cepach gumowych  $V_m = 0,42 V_{ob.}$ . Stwierdzono też, że prędkość żdźbeł w masie zbożowej zależy głównie od przepustowości i wielkości szczeliny



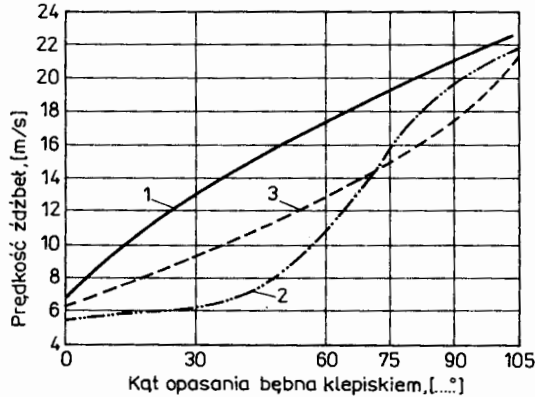
Rys. 6. Charakterystyka ruchu ziarna w przestrzeni omłotowej wg Schulzego [16]: A - cep bębna, B - listwa klepiska, C - klepisko, 1-9 - kolejne położenia ziarna



Rys. 7. Schemat stanowiska badawczego wg Klenina [11]: A - komora, B - bęben młócający, C - klepisko, D - oś bębna młócającego, E - optyczna oś kamery, F - zwierciadło, G - stanowisko

liny roboczej. Zależności te przedstawia rys. 4. W wyniku zmian prędkości i przyspieszeń, jakie uzyskuje masa zbożowa w szczelinie roboczej, następuje jej rozdzielanie na słomę i ziarno.

Schulze [16,17] przeprowadził obserwacje ruchu pojedynczego kłosa w szczelinie roboczej (rys. 5). Autor ten [16,17], analizując trajektorie kłosa w kolejnych położeniach (rys. 5), stwierdził, że już po upływie  $34,7 \cdot 10^{-3}$  s kłos obrócił się o  $\pi$  radianów ze średnią prędkością 3,65 m/s, przy prędkości obwodowej cepów 30 m/s. Zastosowanie techniki szybkich zdjęć umożliwiło określenie wartości



Rys. 8. Zmiany prędkości źdźbeł przy różnych kątach opasania bębna klepiskiem i różnym zasilaniu wg Klenina [11]: 1 - poprzeczne zasilanie bębna, 2 - podłużne zasilanie bębna, 3 - zasilanie zmierzwioną masą zbożową

przyspieszenia, jakie uzyskuje kłos w szczelinie roboczej. Jest to bardzo ważne dla poznania mechanizmu wydzielania ziarna z kłosa. Według badań Schulzego [17] i Cheładze [4], ziarna znajdujące się w kłosach osiągają przyspieszenie rzędu  $8000-35000 \text{ m/s}^2$ , wystarczające do wydzielenia ich z kłosów [4]. Ziarna po wydzieleniu z kłosów mogą przelatywać pomiędzy elementami masy słoniastej i listwami klepiska, wydostając się poza strefę działania zespołu młócającego, lub też mogą odbić się od jednego z elementów zespołu młócającego i pozostać nadal w strefie ich działania. Przypadek drugi przedstawiono na rys. 6. W wyniku zderzenia cepa z ziarnem w punkcie 1 (rys. 6), otrzymało ono prędkość  $28,3 \text{ m/s}$  i z taką prędkością poruszało się w czasie  $2,9 \cdot 10^{-3} \text{ s}$ , aż do następnego zderzenia się z listwą B w punkcie 2. Zjawisku temu towarzyszył gwałtowny spadek prędkości ziarna do  $5,4 \text{ m/s}$ , przy jednoczesnym wprawieniu ziarna w ruch obrotowy rzędu  $5300 \text{ rad/s}$ . Przyjmując długość ziarna około  $8 \text{ mm}$  można określić jego prędkość obwodową na około  $22 \text{ m/s}$ . Przedstawiona analiza zachowania się ziarna w szczelinie roboczej przeprowadzona została przez Schulzego na podstawie materiału filmowego uzyskanego w czasie filmowania kamerą ustawioną jak na rys. 1a.

Inny sposób filmowania przedstawił Klenin [11], który zastosował prostopadłe ustawienie optycznej osi kamery względem osi bębna młócającego. Autor ten analizował zmiany prędkości masy zbożowej w funkcji kąta opasania bębna klepiskiem (rys. 7). Badania przeprowadzone przez Klenina [11] potwierdziły wyniki innych autorów [2, 3, 4, 16, 17] w kwestii dotyczącej zmian prędkości masy zbożowej w szczelinie roboczej zespołu młócającego (rys. 8). Interesującym osiągnięciem badań Klenina [11] było określenie wpływu długości źdźbeł na prędkość ich przepływu

przez szczelinę roboczą. Okazało się, że długość źdźbeł i ich prędkość charakteryzują się odwrotnie proporcjonalną zależnością. Ponadto Klenin stwierdził, że prędkość przepływu masy zbożowej w szczelinie wynosi około 0,7-0,9 prędkości obwodowej cepów na bębnie młójącym.

Technika szybkich zdjęć była też stosowana w badaniach zębowych zespołów młójących. Sakun [13, 14, 15], prowadząc badania kombajnu zbożowego z zębowym zespołem młójącym, analizował problem ciągłości strugi masy na pograniczu pochylego przenośnika kombajnu i zębowego zespołu młójącego. Zmieniając gęstość oraz prędkość podawania masy zbożowej, Sakun określił optymalne prędkości jazdy kombajnu w czasie zbioru. Uzyskane dane pozwoliły na sporządzenie nomogramu umożliwiającego poprawny dobór prędkości jazdy kombajnu w zależności od warunków zbioru.

Reasumując należy stwierdzić, że metody badań z wykorzystaniem techniki szybkich zdjęć przyczyniają się do autentycznego rozwoju wiedzy obejmującej zagadnienia omłotu i przebiegu procesu wydzielenia ziarna.

#### 4. Wnioski

Na podstawie przedstawionej analizy badań zespołów młójących z użyciem techniki filmowej można sformułować następujące wnioski:

1. Zastosowanie techniki filmowej umożliwiło wizualizację procesu omłotu oraz poznanie mechanizmu wydzielenia i uszkodzenia ziarna.

2. Dzięki tej technice możliwe jest określenie przyczyn zapchań i owijania się bębna młójącego masą słomiastą.

3. Zastosowanie techniki szybkich zdjęć umożliwiło poznanie przyczyn i mechanizmu rozdrabniania masy słomiastej przy wejściu do szczeliny i w samej szczelinie. Możliwe było stwierdzenie, że przyczyną tą jest głównie niewłaściwe dobranie prędkości podawania masy zbożowej w stosunku do prędkości obwodowej bębna młójącego.

4. Analiza materiału filmowego umożliwiła określenie prędkości warstwy masy zbożowej, jak również poszczególnych źdźbeł i ziarn w przestrzeni roboczej zespołu młójącego. Możliwe też jest określenie przyspieszeń, jakim poddawane jest ziarno. Przyspieszenia te mają duży wpływ na dynamiczne obciążenia ziarna powodujące jego mechaniczne uszkodzenia. Są to ważne informacje dla konstruktorów maszyn omłotowych, jak również dla hodowców roślin zbożowych i plantatorów, którzy mogą dobrać optymalne parametry omłotu.

5. Określenie rzeczywistych prędkości ziarn, kłosów i masy słomiastej w szczelinie roboczej zespołu młójącego umożliwia dokładniejszą analizę matematyczną procesu omłotu.

## Literatura

1. Baader W.: Grundl. der Landtechnik 21, 16-21, 1964.
2. Chalmers R., Bilington P.: J. of Agric.Eng.Res. 2, 47, 50, 1961.
3. Chałasiński W. M.: Dokł. Mosk. In-ta Inż. S-ch Proizwodstwa t. III, wyp. 1, 93-99, Moskwa 1966.
4. Cheładze A. M.: Dokł. Mosk. In-ta, Inż. S-ch Proizwodstwa, t. III, wyp. 1, 101-107, Moskwa 1966.
5. Dreszer K. A.: Prace Instytutu Technologii i Eksploatacji Maszyn. P.L., ser.C, 3, 43-46, Lublin 1983.
6. Fajfara R.: Roczn. Nauk Rol. ser. C, 67, 3, 323-354, 1958.
7. Gasparetto E., Zen M., Guadagnin A.: Grain and Forage Harvesling Conference American ASAE, September 25-27, 104-111, 1977.
8. Gieroba J., Dreszer K., Żętar J.: Badania przenośników ziarna kombajnów zbożowych przy zastosowaniu kamery do szybkich zdjęć. Zesz.Probl.Post.Nauk Rol. (w druku).
9. Hebblethwaite R., Arnold R. E.: J. of Agric.Eng.Res. 2, 9, 99-131, 1964.
10. Jegorowa T. J.: Sbornik trudow po ziemledelskoj mechanikie, t. VI, Moskwa 1961.
11. Klenin N. I., Dzodcojew G. I.: Traktory i Sielchozmasziny 4, 23-24, 1969.
12. Rudakow M. A.: Wiestnik Sielskochoz.Nauki, nr 4, Moskwa 1962.
13. Sakun W. A.: Żurnal Izwestia T.S.Ch.A. 2, 229-233, 1962.
14. Sakun W. A.: Doklady T.S.Ch.A., wyp. 86, 30-35, Moskwa 1963.
15. Sakun W. A.: Wiestnik Sielskochoz. Nauki 12, 129-130, Moskwa 1963.
16. Schulze K. H.: Grundl. der Landtechnik 7, 113-120, 1956.
17. Schulze K. H.: Grundl. der Landtechnik 21, 30-32, 1964.
18. Terentiew J. W., Kutepow B. P.: Trudy Czelab. In-ta Mech. i Elektr. Sielsk. Choz., wyp. 35, 116-120, Czelabińsk 1967.

Я. Героба, К. Дресер

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КИНОКАМЕРЫ В ИССЛЕДОВАНИЯХ  
ПРОЦЕССА ОБМОЛОТА

Р е з ю м е

В статье рассматриваются основные методы фильмования хода процесса обмолота применяемые разными авторами. Рассматриваются результаты некоторых исследований проведенных по методу скорых съемок, которые способствовали лучшему изучению и углублению знаний охватывающих очень сложный процесс обмолота и выделения зерна из общей массы. Уделяется внимание проблемам определения скорости передвижения массы, отдельных стеблей соломы и отдельных зерен в рабочем пространстве обмолотного механизма, а также ускорению приданному зерне действием обмолотных бичей. Затрагивается также вопрос питания обмолотного механизма зерноуборочного комбайна и возможности использования кинокамеры для улучшения его действия в этой важной стадии работы комбайна.

J. Gieroba, K. Dreszer

APPLICATION OF FILM CAMERA IN THE THRASHING PROCESS INVESTIGATIONS

S u m m a r y

Basic methods of filming the thrashing process applied by various authors are discussed in the work. Results of some investigations carried out by the quick-



-shot technique, which allowed to recognize more precisely and to deepen the knowledge of a very complicated process of thrashing and separation of grain from the cereal mass, are presented. Attention is drawn to problems of determination of the speed of cereal mass, single stalks and grains within the working space of the thrashing mechanism and of accelerations given the grain under the effect of thrashing flails. Also the question of feeding the thrashing mechanism of the grain combine harvester as well as of possibility of the film camera use for improvement of the work of this mechanism has been broached.