

ZASTOSOWANIE FILMOWYCH ZDJĘĆ SZYBKICH DO BADANIA FORMOWANIA SIĘ STRUGI NASION W KOŁECZKOWYM MECHANIZMIE WYSIEWAJĄCYM *

Stanisław Olkuśnik

Akademia Rolnicza w Warszawie

Uniwersalne siewniki stosowane do wysiewu nasion są w naszych warunkach zaopatrzone w zespoły wysiewające typu roweczkowego Hooziera lub kołeczkowego Siberslebena. Mimo że zespoły typu roweczkowego są jeszcze szeroko stosowane, uważa się, że bardziej nowoczesne rozwiązanie stanowią zespoły kołeczkowe, stosowane w nowych typach siewników. Zasadnicza różnica między tymi dwoma zespołami wysiewającymi polega na kształcie wałka wysiewającego i sposobie regulacji ilości wysiewanych nasion.

Teoria działania zespołów wysiewających siewników uniwersalnych jest obszernie opracowana i przedstawiona w wielu pracach w oparciu o budowę zespołów typu roweczkowego. Istnieją też ujęcia zagadnienia rozszerzające zakres teoretycznego opisu działania na zespoły dowolnego typu, a więc i na zespoły kołeczkowe. Istnieją jednak znaczne różnice między tymi dwoma typami zespołów wysiewających. Różne kształty wałka wysiewającego, a co za tym idzie różny sposób przemieszczania nasion w przestrzeni roboczej zespołu (między wałkiem a denkiem). Różny sposób regulacji wysiewu; w systemie roweczkowym przy stałej, ale wysokiej liczbie obrotów wałka (zależnej tylko od prędkości ruchu siewnika), i stałej wielkości szczeliny wysiewającej (odległość między wałkiem i denkiem jest taka sama na całej długości denka) zmienia się szerokość robocza wałka wygarniającego nasiona. W systemie kołeczkowym ilość wysiewanych nasion regulowana jest ilością obrotów wałka (która przy tej samej prędkości siewnika może być różna) oraz wielkoś-

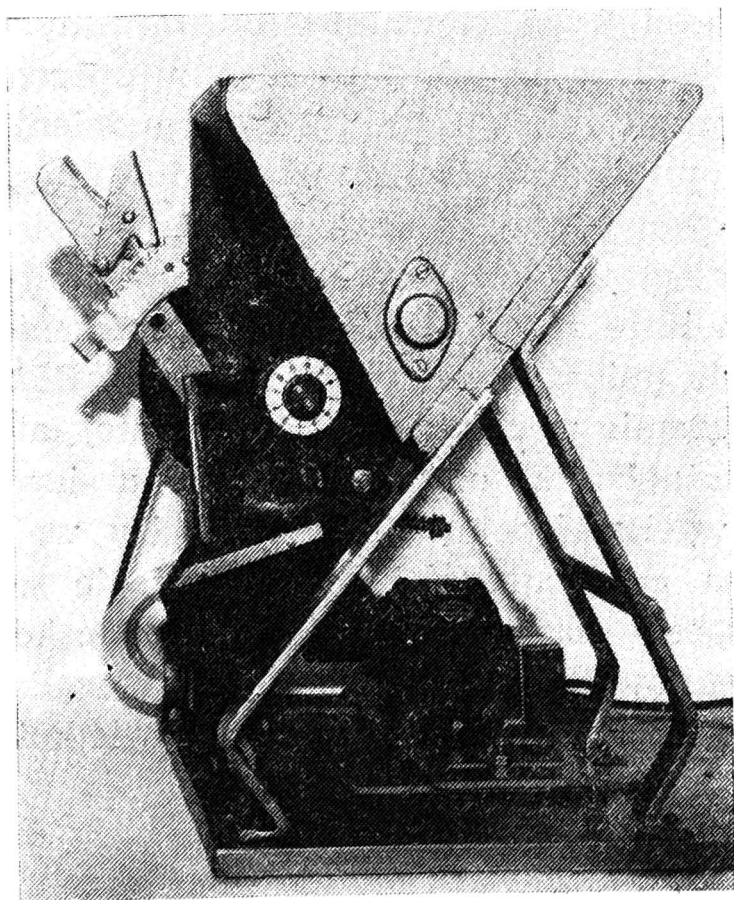
* Praca dofinansowana przez Wydział V PAN.

cią szczeliny wysiewającej, która jest najwęższa przy końcu denka i rozszerza się klinowato w kierunku skrzyni nasiennej.

Te różnice nasuwają wniosek, że przebieg procesu roboczego jest zasadniczo odmienny w zespole kołeczkowym w porównaniu z teoretycznie opisanym procesem zespołu roweczkowego. Podjęto więc próbę przeanalizowania zjawisk zachodzących podczas wysiewu nasion zespołem kołeczkowym. Analizę prowadzono na podstawie bezpośredniej obserwacji przemieszczania się nasion w różnych warstwach szczeliny wysiewającej i przestrzeniach roboczych wałka wysiewającego.

Jest rzeczą oczywistą, że w wyniku takiej obserwacji należy uzyskać odpowiednie materiały, które pozwolą na należytą analizę i opracowanie wyników. Takie możliwości daje technika filmowa. Zarejestrowanie bowiem zjawiska na taśmie filmowej za pomocą kamery filmowej (prościej mówiąc sfilmowanie) daje wiele możliwości bardzo cennych w dalszych pracach. Umożliwia wielokrotną obserwację całości zjawiska jak i jego fragmentów w tempie naturalnym, przyspieszonym lub zwolnionym. Umożliwia przeanalizowanie poszczególnych fragmentów na pojedynczych obrazach (tzw. stop-klatka) bezpośrednio po sobie następujących lub w pewnych odstępach czasu (w różnych fazach). Daje możliwości zarejestrowania zjawiska w powiększeniu lub pomniejszeniu w zależności od rozmiarów naturalnych.

Oprócz analizy jakościowej jest także możliwa analiza ilościowa. Posługując się odpowiednimi urządzeniami można dokonać pomiarów prze-



Rys. 1. Widok ogólny modelu urządzenia wysiewającego

bytej przez obserwowane elementy drogi, co przy znanym czasie zachodzenia zmian daje elementy wyjściowe do scharakteryzowania zjawisk dynamicznych.

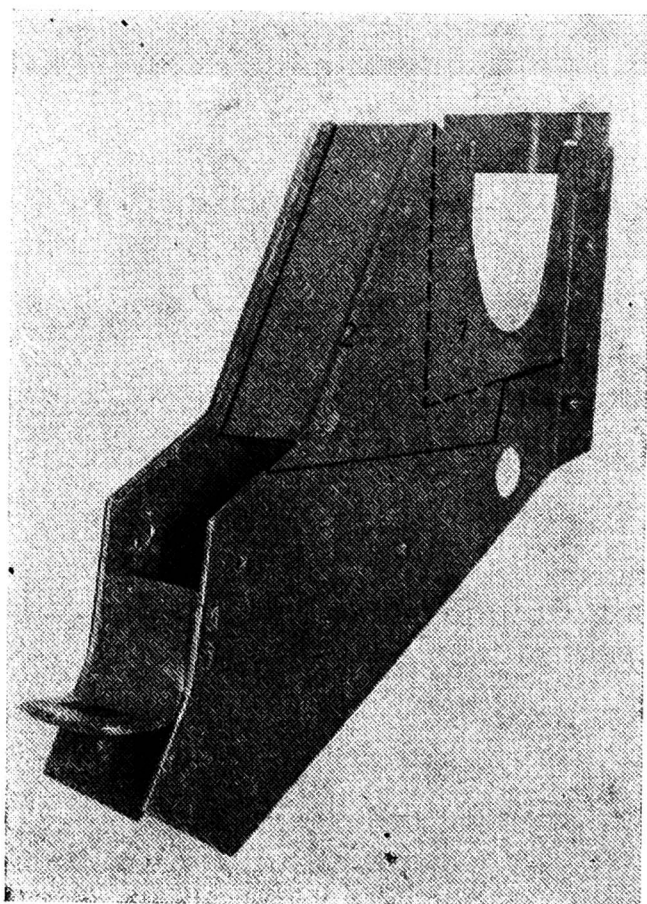
Z tych więc względów postanowiono wykorzystać w prowadzonych badaniach kamerę filmową do zarejestrowania na taśmie filmowej wysiewu nasion mechanizmem kołeczkowym.

Stanowisko badawcze składa się z modelu zespołu wysiewającego (specjalnie do tego celu przystosowanego), kamery filmowej Pentazet 16 A i zespołu oświetleniowego (2 reflektory RF 250 o mocy 3 kW każdy).

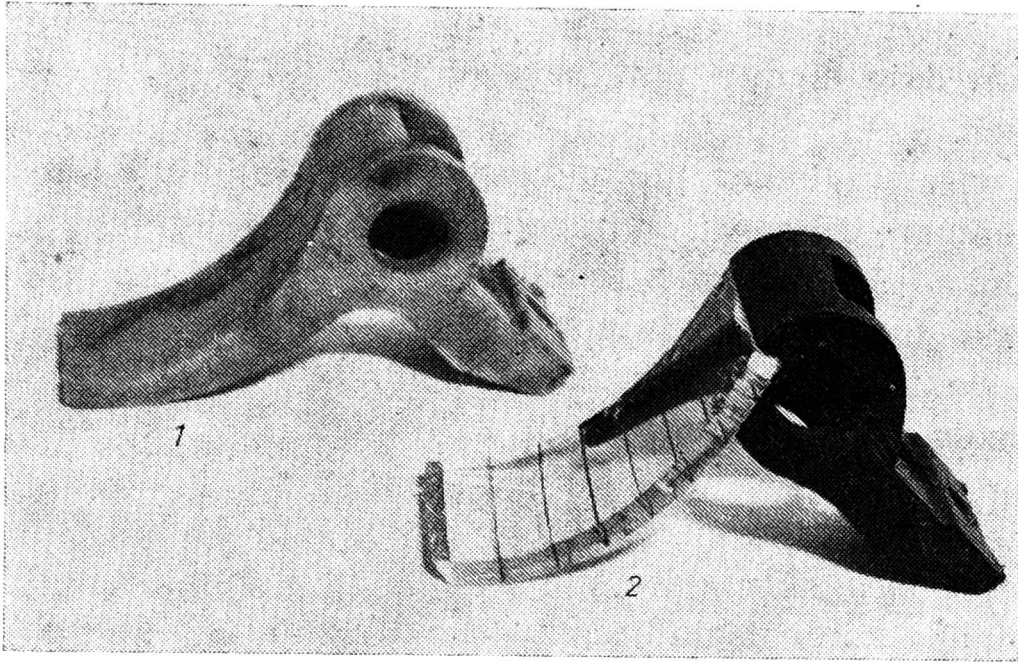
Model zespołu wysiewającego stanowi wyodrębniony z siewnika jeden zespół wysiewający składający się z komory wysiewnej, wałka wysiewającego, denka z regulacją jego położenia, skrzyni nasiennej i zespołu napędowego wałka wysiewającego (rys. 1).

W pierwotnym kształcie model ten (przeznaczony do innych celów) umożliwiał obserwację ruchu nasion tylko w jednej płaszczyźnie, między krawędziami wałka wysiewającego i denka. Po kolejnych modyfikacjach, polegających na powiększeniu części przezroczystej komory wysiewnej (rys. 2), wykonaniu przezroczystego denka (rys. 3) i umieszczeniu pod przezroczystym denkiem lustra, uzyskano pole obserwacji umożliwiające prześledzenie ruchu nasion między wałkiem wysiewającym a denkiem i na całej niemal powierzchni denka (rys. 4).

Dla prześledzenia ruchu nasion w przestrzeniach roboczych wałka

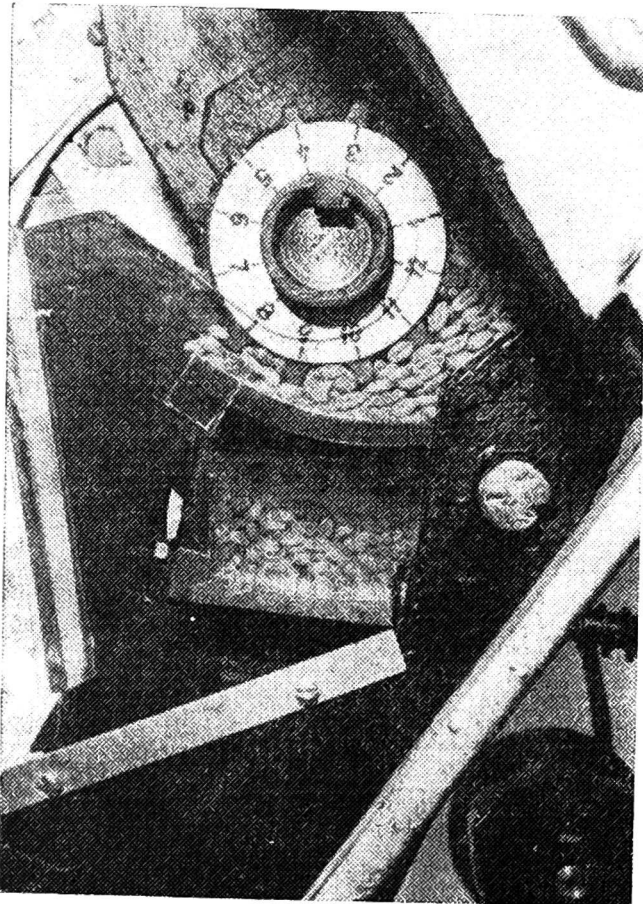


Rys. 2. Komora wysiewająca: 1 — powierzchnia zastąpiona płytką przezroczystą w I fazie prac, 2 — część komory wysiewnej wykonana ze szkła organicznego



Rys. 3. Denko mechanizmu wysiewającego: 1 — denko fabryczne (oryginalne), 2 — denko zmodernizowane

odpowiednio zmodyfikowano wałek wysiewający. Kołeczkowy wałek wysiewający ma na swojej długości trzy symetrycznie ułożone, ale istotnie różniące się budową strefy: Są to: środkowa strefa grzebienia rozdzielającego, strefy kołeczków i gładkie strefy zewnętrzne. Aby prześledzić ruch nasion w poszczególnych strefach, należy strefy te przesunąć w bezpośrednie sąsiedztwo przezroczystej części komory wysiewnej. W tym celu zdjęto z jednej strony na trzech wałkach warstwy w taki



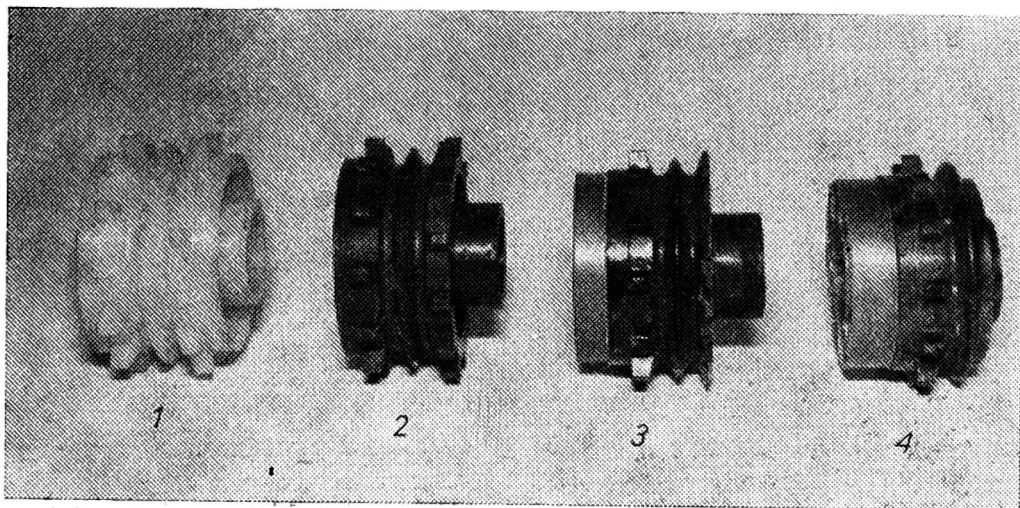
Rys. 4. Ostateczna wersja modelu urządzenia wysiewającego

sposób, że na jednym wałku zdjęto jego warstwę do linii podstaw kołeczków, co umożliwia obserwację ruchu nasion w przestrzeniach między kołeczkami. Na następnym zdjęto zasadniczą warstwę prostopadłościenną kołeczków dla obserwacji ruchu nasion w tylnej płaszczyźnie kołeczków oraz zdjęto warstwę z wałka wysiewającego do płaszczyzny jego najmniejszej średnicy, co umożliwia obserwację ruchu nasion w tej płaszczyźnie i w bezpośrednim sąsiedztwie grzebienia rozdzielającego.

Ubytki wałka wysiewającego wypełniono do pełnej jego długości (od strony nieobserwowanej) pierścieniami o średnicy zbliżonej do średnicy jego zewnętrznej gładkiej części (rys. 5). Dzięki temu uzyskano możliwość obserwacji ruchu nasion w różnych płaszczyznach roboczych wałka.

Wałek wysiewający jest napędzany silnikiem elektrycznym przez przekładnię, co daje możliwość regulacji obrotów wałka w zakresie od 12 do 80 na minutę (rys. 6).

W części wysiewającej modelu (na wałku, denku) wprowadzono oznakowania mające na celu ułatwienie późniejszej analizy ilościowej (numerację kołeczków, równoległe poprzeczne linie na denku w odstępach 10 mm) oraz milimetrową podziałkę dla ustalenia położenia denka.



Rys. 5. Wałki wysiewające: 1 — pełny. 2, 3, 4 — zmodyfikowane

Zastosowanie do filmowania kamery filmowej Pentazet 16 A o dużej częstotliwości filmowania (500, 1000, 1700, 3200 i 5000 kl./s) wymaga ustalenia najbardziej odpowiedniej częstotliwości zdjęć W (kl./s) wg następującej zależności:

$$W = \frac{V_{ob} \cdot k}{\delta m}$$

gdzie:

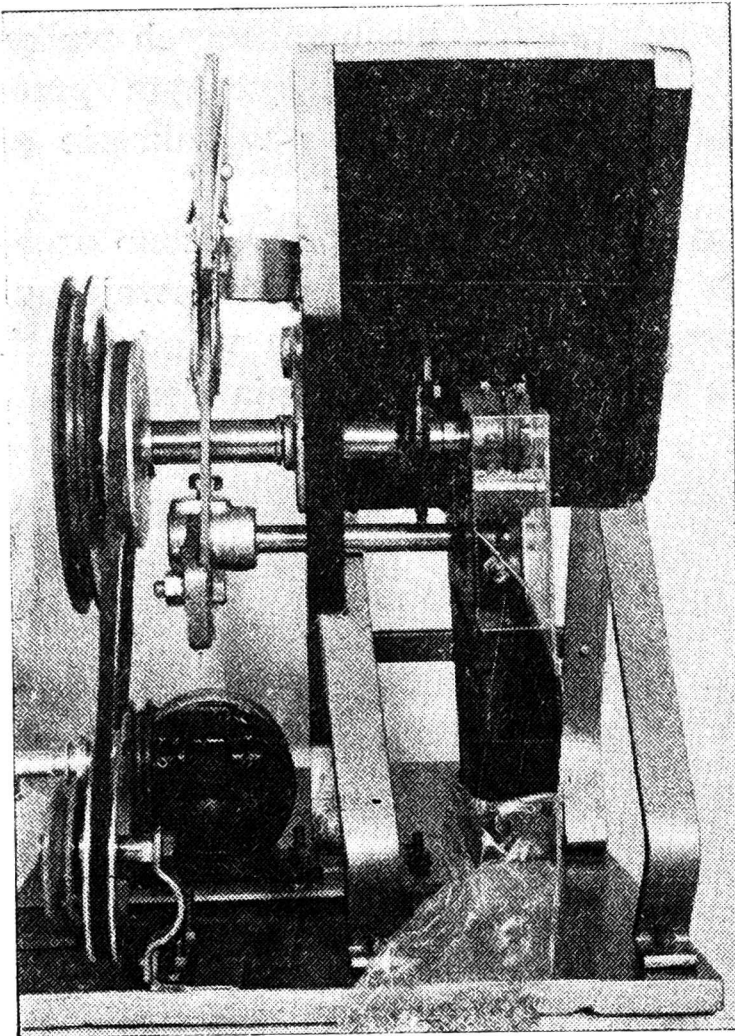
V_{ob} — prędkość rzeczywista filmowanego obiektu, m/s,

k — współczynnik określający, w jakiej części cyklu zmiany kadru następuje ekspozycja (naświetlenie),

δ — wielkość rozmazania (nieostrości) wynikająca z ruchu przedmiotów i taśmy, mm,

$\frac{1}{m}$ skala odwzorowania.

W przypadku badania ruchu nasion w mechanizmie wysiewającym systemu kołeczkowego prędkość przemieszczania się nasion wynika z wymiarów wałka wysiewającego i liczby jego obrotów, i waha się w granicach od ok. 3,7 cm/s (przy 12 obr./min) do ok. 24,3 cm/s (przy 80 obr./min).



Rys. 6. Mechanizm napędowy urządzenia wysiewającego

Przyjmując, że:

— współczynnik k dla kamery Pentazet 16 A jest równy 1 (czas ekspozycji jest równy odwrotności częstotliwości zdjęć),

— wielkość rozmazania nie większa niż 0,01 mm (dla dalszej analizy ilościowej należy zachować możliwie dużą ostrość filmowanego obiektu),

— skala odwzorowania (stosunek wielkości obrazu do przedmiotu) 1 : 15,

otrzymamy, że prędkość filmowania dla przyjętego zakresu obrotów wałka wysiewającego (zakres prędkości przemieszczania nasion) winna wynosić od około 250 kl./s dla prędkości najmniejszej do ok. 1620 dla prędkości największej.

Wyniki dotychczas przeprowadzonych prób w oparciu o wykonaną analizę jakościową (obserwacje na ekranie podczas normalnej projekcji filmowej) wydają się potwierdzać słuszność przedstawionych wyżej obliczeń. Zastosowanie bowiem częstotliwości filmowania zbyt małej (50 kl./s) spowodowało, że nasiona znajdujące się w ruchu były nieostre (rozmażane) (rys. 7). Zastosowanie większej częstotliwości filmowania znacznie poprawia ostrość obrazu (rys. 8).

Kamera filmowa Pentazet 16 A ma 5 stałych częstotliwości filmowania. Najniższa częstotliwość (500 kl./s) jest znacznie większa niż wynika to ze wstępnych obliczeń. Jest to pewna niedogodność, zwłaszcza w późniejszej analizie ilościowej badanego zjawiska.

Jeśli przyjmiemy, że na kadrze filmowym mamy zarejestrowany obraz, na którym widać denko na ok. 5 cm odcinku jego długości, to ten odcinek (obserwowany w lustrze od spodu) (rys. 4 i 9) ziarna będą przebywały w czasie od ok. 1,3 do ok. 0,2 s.

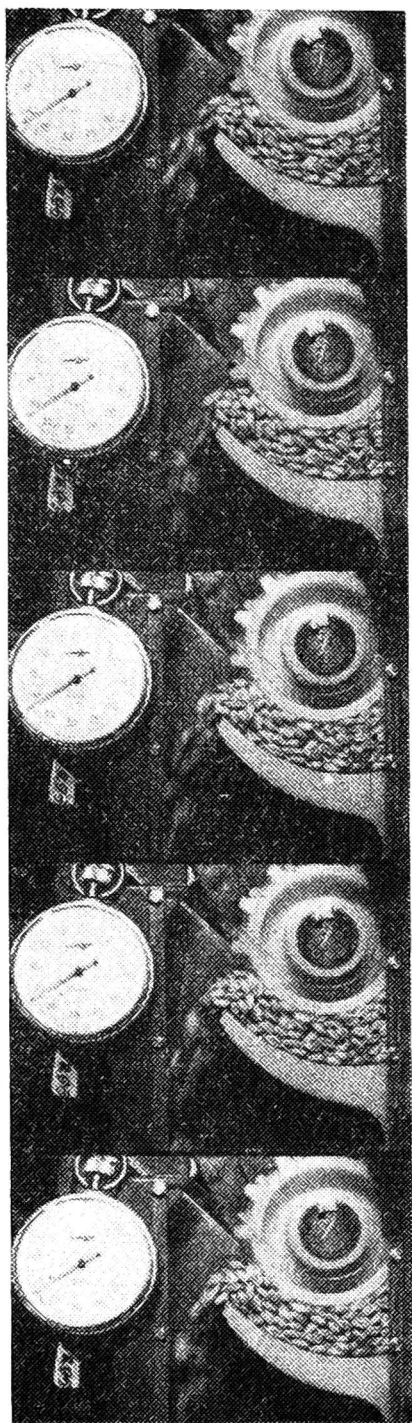
Przy filmowaniu z częstotliwością 500 kl./s otrzymamy zarejestrowanych na obserwowanym odcinku denka od ok. 650 faz położenia ziarna (przy prędkości najmniejszej) do ok. 100 faz (przy prędkości największej). W pierwszym przypadku otrzymamy zarejestrowane położenie ziarna niemal co 0,08 mm, w drugim co 0,2 mm.

Ilość zarejestrowanych faz położenia ziarna będzie większa przy zastosowaniu wyższych częstotliwości filmowania. Dzięki temu można otrzymać bardziej szczegółowy obraz zachodzących zmian, co w przypadku mechanizmu wysiewającego, ze względu na dużą zmienność położenia ziaren, jest bardzo korzystne.

Niedogodność, o której wspomniano, polega na niemal niezauważalnych zmianach przy analizie materiału filmowego, kadr po kadrze. Stąd konieczność analizowania kadrów w pewnych odstępach, dokonywania analizy „co któregoś kadru”. Bez korzystania z urządzenia działającego na zasadzie projektora filmowego jest to (w przypadku badania mechanizmu wysiewającego) niemal niemożliwe (podobieństwo ziaren).

Prowadzone początkowo próby przy użyciu czytnika mikrofilmów nie dały zadowalających rezultatów, ze względu na brak możliwości ciągłego śledzenia zachodzących między wybranymi kadrami zmian. Z góry wykluczono możliwość posłużenia się tu stołem montażowym czy stolikiem montażowym, gdyż urządzenia te dają obraz bardzo niskiej jakości (dla celów analizy jakościowej).

Ponieważ nie można było uzyskać specjalnego urządzenia do analizy kadrów filmu z badań, zespół pracowników PPND wykonał takie urządzenie we własnym zakresie. Urządzenie to składa się z dwóch zasadniczych zespołów: zespołu projekcyjnego, w skład którego wchodzi specjalnie przystosowana kamera filmowa (dająca dużą stabilizację obrazu),



Rys. 7



Rys. 8



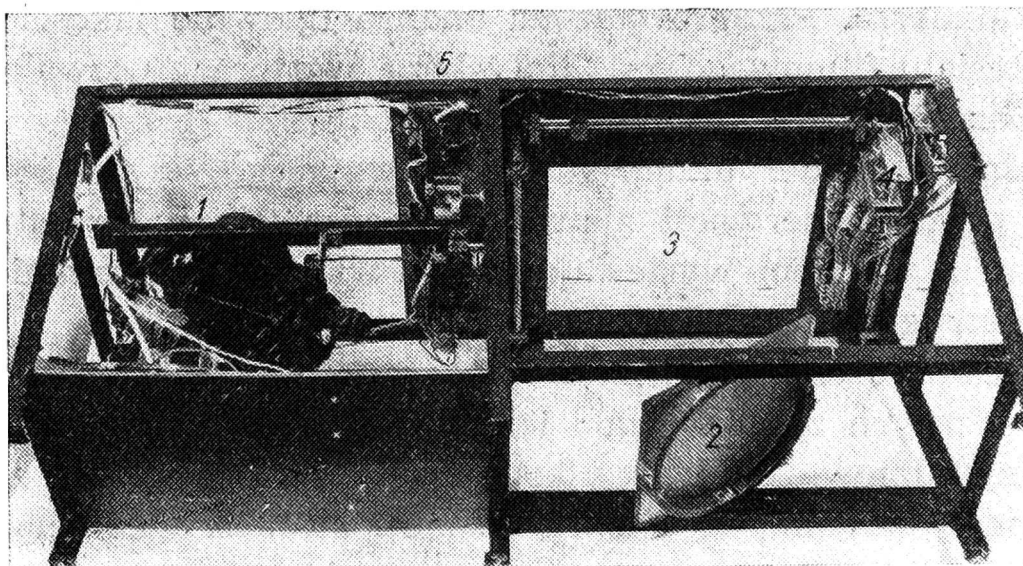
Rys. 9

Rys. 7. Fragment kopiai taśmy filmowej z próby filmowania z częstotliwością 50 kl./s

Rys. 8. Fragment kopiai taśmy filmowej z próby filmowania z częstotliwością 1000 kl./s

Rys. 9. Fragment kopiai taśmy filmowej z próby filmowania z częstotliwością 1000 kl./s (obraz na podstawie którego dokonuje się analizy ilościowej)

lustro i ekran do tylnej projekcji, na którym otrzymuje się obraz zbliżony do formatu A4, oraz z zespołu umożliwiającego określenie współrzędnych prostokątnych położenia przemieszczającego się badanego elementu lub jego charakterystycznego punktu. Pomiar położenia punktów w układzie osi X i Y wykonuje się z dokładnością do 1 mm, z odczytem na zespole lamp cyfrowych (rys. 10).



Rys. 10. Urządzenie do analizy taśmy filmowej (widok wewnętrzny): 1 — urządzenie projekcyjne, 2 — lustro, 3 — ekran, 4 — zespół lamp cyfrowych do odczytu współrzędnych położenia punktów, 5 — zespół sterowniczy urządzenia

Urządzenie umożliwia przesuw taśmy filmowej do przodu i do tyłu w dwóch zakresach częstotliwości projekcji oraz projekcję poklatkową. Zmiany położenia obrazu na ekranie w kierunku pionowym zachodzą w granicach $\pm 1,0$ mm, w kierunku poziomym są niemal niezauważalne.

Projektuje się dalsze doskonalenie urządzenia przez wykonanie elektrycznego napędu listew określających położenie punktu oraz usprawnienie działania liczników klatek.

W ramach podjętego tematu badawczego wykonano dotychczas blisko 20 prób filmowania zjawiska. Pierwsze próby miały na celu opracowanie jak najbardziej właściwego modelu zespołu wysiewającego, ustalenie sposobu oświetlenia, potwierdzenie właściwości doboru częstotliwości zdjęć. Następne próby miały na celu uzyskanie materiału do wstępnej analizy jakościowej i ilościowej.

Na podstawie przeprowadzonych prób ustalono, że dalsze filmowanie będzie odbywało się na taśmie 16 mm czarno-białej ORWO NP-55. Do oświetlenia użyte będą 2 reflektory RF 250 z żarówkami halogenowymi o mocy 3 kW każda, z odległości ok. 1,0 i 1,5 m w układzie maksymalnego skupienia.

Przy czasie ekspozycji 1/1000 s stosowana jest przysłona 5,6. Ta stosunkowo duża przysłona umożliwia uzyskanie dostatecznej głębi ostrości, co ma o tyle duże znaczenie, że filmowane jest odbicie w lustrze i głębina ostrości winna być w granicach ok. 7,0 cm.

Ekspozycję określano światłomierzem Weimarlux CdS (z zakresem pomiaru do 1/4000 s) i porównywano z pomiarem światła luksomierzem firmy Zeiss. Wskazania na luksomierzu rzędu 100 000 luksów. Porównanie uzyskanej wartości z instrukcją obsługi kamery potwierdziło wska-

zania światłomierza. Przeprowadzona analiza (głównie jakościowa) uzyskanego materiału filmowego oraz dotychczasowe prace pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

- 1) wykonany model urządzenia wysiewającego w pełni odpowiada potrzebom pełnej obserwacji zjawisk zachodzących w przestrzeni między denkiem a wałkiem wysiewającym, a więc w przestrzeni, w której formuje się struga nasion,
- 2) zastosowanie techniki filmowej pozwala znacznie wzbogacić obserwację zachodzących zjawisk jak i ich analizę,
- 3) kamera filmowa Pentazet 16 A w pełni nadaje się do tego rodzaju prac, niemniej powinny być sprawdzone parametry kamery (głównie częstotliwość zdjęć), które podaje instrukcja,
- 4) prześledzenie na ekranie w znacznym zwolnieniu ruchu nasion w mechanizmie wysiewającym zdaje się potwierdzać wstępne założenia o różnicach występujących w przebiegu procesu roboczego zespołu kołeczkowego w stosunku do teoretycznie opracowanego procesu zespołu roweczkowego, co bliżej potwierdzi analiza ilościowa, która winna umożliwić pełną charakterystykę liczbową badanego zjawiska.

LITERATURA

1. Bernacki H., Haman J., Kanafojski Cz.: Teoria i konstrukcja maszyn rolniczych. PWRiL, Warszawa 1967.
2. Letoszniew M.: Maszyny rolnicze. PWRiL, Warszawa 1953.
3. Ławrentiew W. I., Pełł W. G.: Skorostnaja kinosjomka kameroj SKS-1, Izdatelstwo „Iskustwo”, Moskwa 1963.
4. George A. Jones: High Speed Photography. Chapman and Hall LTD, London 1952.

С. Олькусник

ПРИМЕНЕНИЕ БЫСТРОЙ КИНОСЪЕМКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ПОТОКА СЕМЯН МОТЫЛЬКОВОГО ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА

Резюме

Разница конструкции высевающего аппарата мотылькового и катушечного типа позволяет сделать вывод о различиях в рабочем процессе высева семян. Проведено испытания для определения явлений имеющих место при использовании мотылькового высевающего аппарата.

Для регистрации явлений использовано метод быстрой киносъемки. Стенд

состоит из модели высевающего аппарата, кинокамеры Пентазет 16 А и источника света.

Определено частоту строк при съёмках движения семян в высевающем аппарате и проведено несколько проб киносъёмки что подтвердило правильность применения этого метода.

S. Olkuśnik

USE OF PENTAZET 16 HIGH-SPEED FILM CAMERA
TO INVESTIGATE THE FORMATION OF SEED STREAM
AT AN UNIVERSAL DRILL FEEDER

S u m m a r y

Different design of the seed feeders of fluted-and stud-roller type suggest existing differences in patterns of their operation. Theoretical description of operation by fluted-roller type feeder was being extended onto the feeding mechanisms of any type.

An attempt was made to study the process of seed flow at a stud-roller drill feeder. Owing to the high speed film technique used to record the process being investigated, the film material could be obtained appropriate to the quantitative analysis. Testing rig consists of the special model of drill feeder, a Pentazet 16 A film camera and the illumination.

The range of frame frequency was determined at filming of the seeds flow at feeding mechanism and several filming tests were conducted. Mentioned tests found the film technique to be used in such investigation.