

## ZASTOSOWANIE ANALIZY FILMOWEJ DO BADAŃ SIEWNIKÓW PRECYZYJNYCH

*Józef Walczyk*

Instytut Mechanizacji i Energetyki Rolnictwa Akademii Rolniczej w Krakowie

### WSTĘP

W badaniach maszyn rolniczych coraz częściej stajemy przed koniecznością określenia parametrów kinematycznych maszyny czy procesów, które w niej zachodzą.

W zasadzie chodzi o określenie drogi, prędkości i przyspieszenia badanego elementu. W wielu przypadkach ze względu na charakter zjawiska nie można zastosować bezpośredniego pomiaru, ponieważ nie ma możliwości zamocowania przyrządów pomiarowych na badanym elemencie. Odnosi się to do maszyn, których części robocze stykają się bezpośrednio z materiałem o własnościach fizycznych trudnych do jednoznacznego określenia. Przykładem może być praca siewników, kosiarzek, ogławiaczy oraz maszyn młócających i czyszczących, gdzie obliczenia teoretyczne kinematyki tych maszyn wymagają potwierdzenia eksperymentalnego. We wszystkich wymienionych przypadkach z powodzeniem można zastosować filmowe metody badawcze [1].

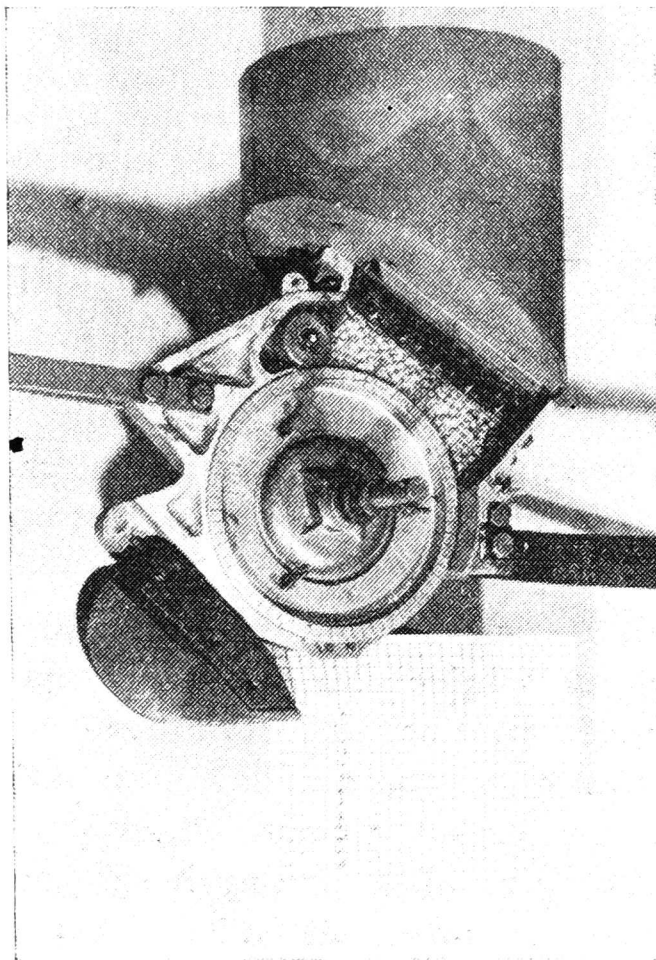
Badanie przy pomocy metody filmowej można podzielić na następujące etapy:

- przygotowanie badanej maszyny i stanowiska pomiarowego,
- dobranie odpowiednich parametrów filmowania i filmowanie,
- chemiczna obróbka filmu,
- analiza jakościowa i ilościowa filmu,
- opracowanie wyników analizy,
- ocena i rozwiązanie badanego problemu.

Celem artykułu jest opisanie przebiegu poszczególnych etapów badania w zastosowaniu do analizy jakości pracy siewników precyzyjnych typu SPC-6 produkcji rumuńskiej, polskiego siewnika S-044 Gama II i siewnika "Nibex" produkcji szwedzkiej.

## PRZYGOTOWANIE SIEWNIKÓW DO BADAŃ FILMOWYCH

W badanych siewnikach chodziło o określenie dokładności pracy mechanizmu dawkującego i precyzji rozmieszczenia nasion przez siewnik [2]. W tym celu oryginalne redlice siewników odkręcono i w ich miejsce



Rys. 1. Siewnik precyzyjny S-044 „Gamma II” przygotowany do badania metodą filmową

przymocowano siatki z podziałką zezwalającą na określenie współrzędnych nasiona w danej chwili [4]. Na siatce przymocowano linię, która przedstawia miejsce zetknięcia się nasiona z glebą; podziałka na linii zezwala na wykonanie korekcji wynikającej z różnic kształtu toru. Siewnik przygotowany do badań przedstawia rysunek 1. Siewniki mocowane są na stanowisku badawczym, od którego otrzymują napęd.

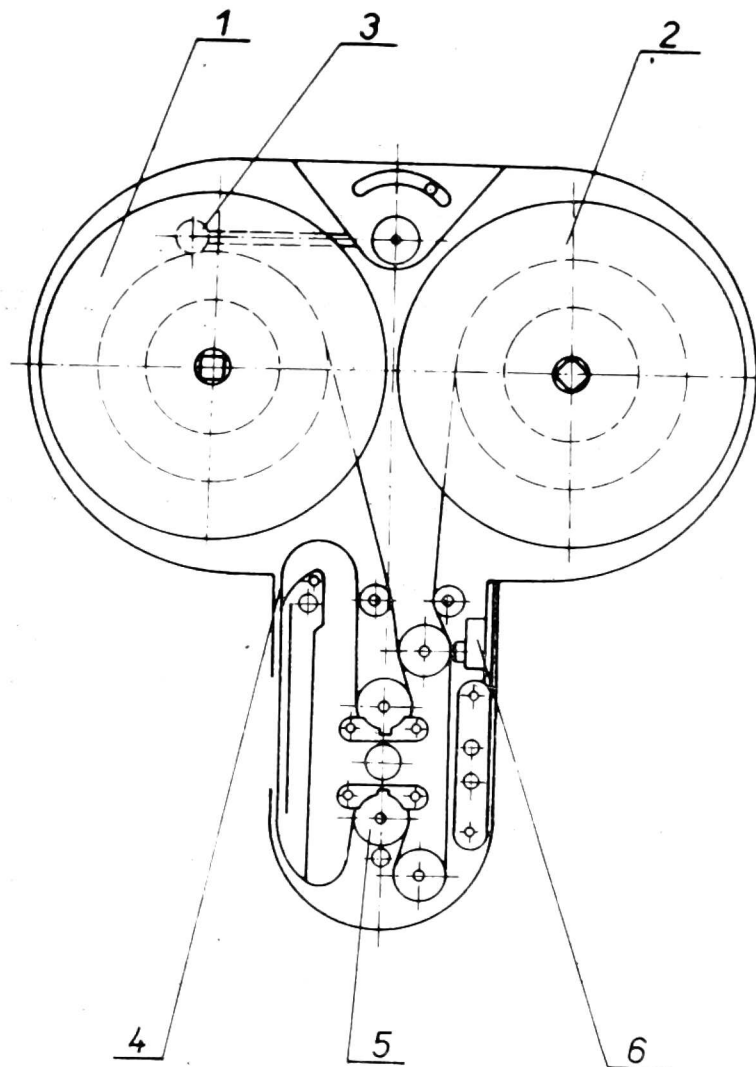
## ZASTOSOWANE FILMOWE METODY BADAWCZE

### METODA FILMOWANIA PRZY POMOCY ZDJEĆ PRZYSPIESZONYCH

Pracę wymienionych siewników filmowano kamerą Pentaflex 16 z częstotliwością 96 kl./s. Ponieważ nie dysponowano silnikiem kamery przystosowanym do tych prędkości, zastąpiono oryginalny silnik kamery silnikiem repulsyjnym o mocy 50 W, który przez odpowiednio wykona-

ną przystawkę napędową napędza kamerę. Zastosowanie przekładni pasowej zabezpiecza kamerę przed uszkodzeniem.

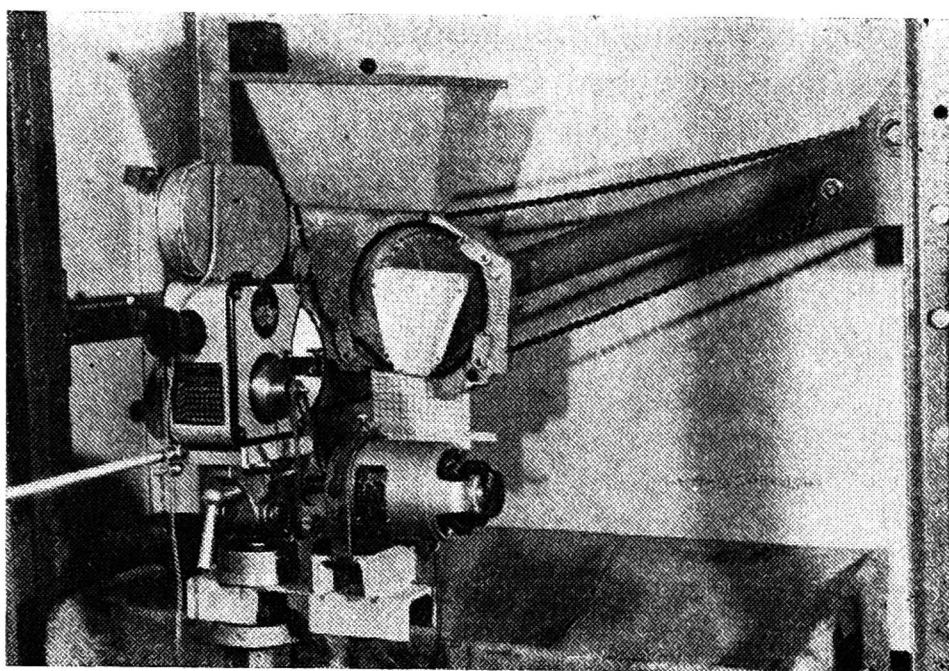
Ponieważ przy analizie procesu bardzo ważnym czynnikiem jest znajomość prędkości przesuwu filmu, a użyta kamera nie posiada znacznika czasu, w kasecie kamery zabudowano neonówkę (rys. 2) zasilaną prądem



Rys. 2. Kaseeta z zabudowaną neonówką: 1, 2 — rolki z filmem, 3 — wskaźnik filmu, 4 — film, 5 — rolki napędowe filmu, 6 — zabudowany znacznik czasu

przebiegiem z sieci przez diodę prostowniczą. W ten sposób na perforacji filmu uzyskano ślad czasowy w odstępie  $2/100$  sekundy. Opisane wyżej zmiany zezwoliły na uzyskanie częstotliwości filmowania 96 kl./s przy błędzie w granicach 1 procent. Użyto filmu negatywowego 16 mm Orwo NP-7. Kamera miała ustawioną przysłonę sektorową na kąt  $60^\circ$  oraz otwór względny obiektywu 1 : 8. Badane siewniki oświetlano za pomocą dwóch lamp halogenowych typ LF-20 po 1000 W każda, ustawionych z dwóch stron w odległości 0,5 metrów.

Stanowisko badawcze wraz z badanym siewnikiem Nibex produkcji szwedzkiej przedstawia rysunek 3.

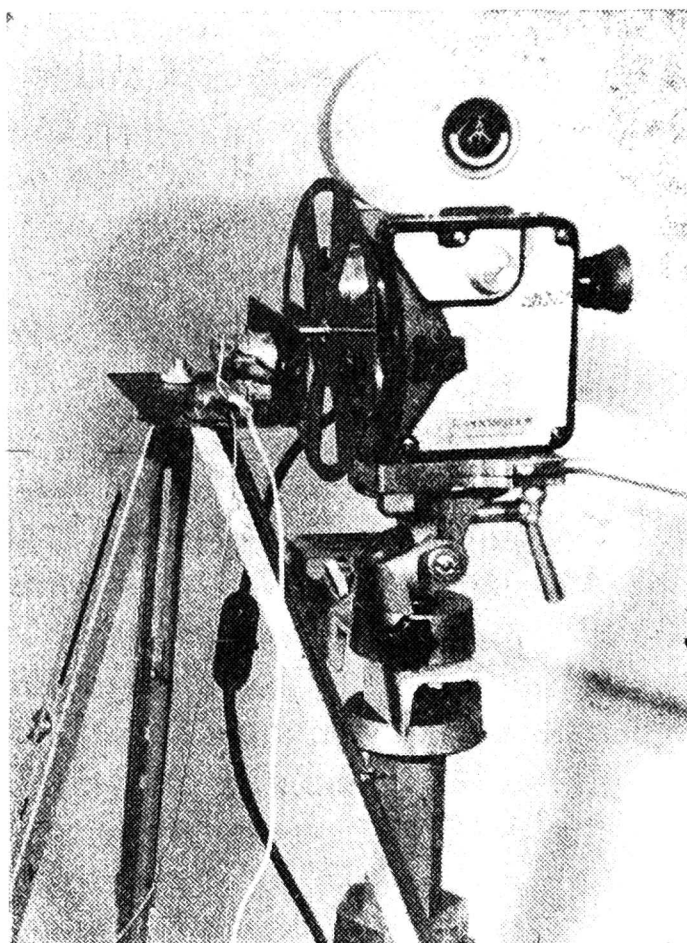


Rys. 3. Stanowisko badawcze wraz z kamerą

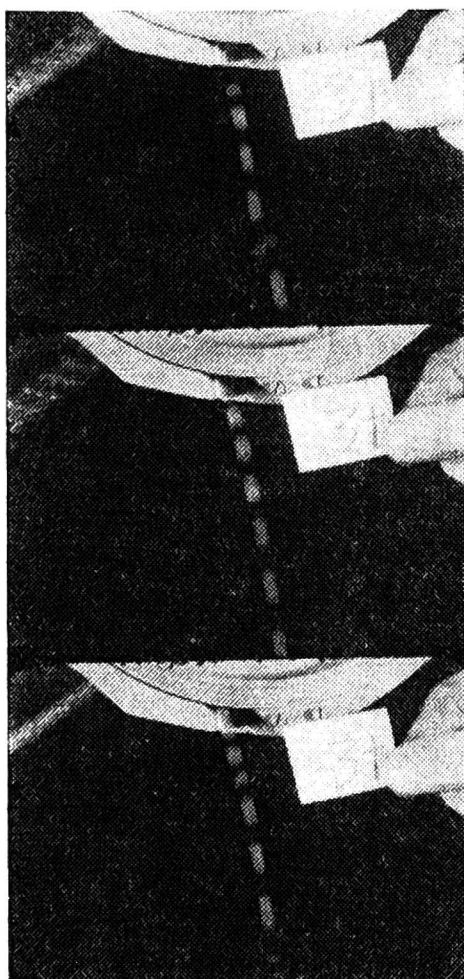
#### METODA KINEMATOGRAFICZNO-STROBOSKOPOWA

Metoda ta polega na filmowaniu wysiewu badanego siewnika ze stosunkowo małą częstotliwością kamery, a co za tym idzie, ze stosunkowo długim czasem naświetlania jednej klatki. Częstotliwość kamery dobieramy tak, aby czas naświetlania jednej klatki był równy lub większy od czasu przelotu nasienia przez interesujący nas odcinek toru [3]. Przed obiektywem kamery wiruje z określoną prędkością tarcza fotostroboskopu [5], która posiada na obwodzie wycięcie (rys. 4). W ten sposób czas naświetlania jednej klatki filmu w kamerze podzielony jest na kilka naświetleń znacznie krótszych, których czas naświetlania zależy od obrotów i wielkości wycięć na obwodzie wirującej tarczy. W efekcie uzyskuje się jedną klatkę filmu naświetloną kilka razy w określonych odstępach czasu. Dzięki temu otrzymuje się tor lotu nasiona na jednej klatce filmu (rys.5). Rysunek przedstawia tor lotu nasion grochu wysiewanych siewnikiem tarczowym Gamma II. Kamera pracowała z częstotliwością 12 kl./s bez przysłony sektorowej, otwór względny obiektywu 1 : 4. Tarcza fotostroboskopu wirowała z prędkością 18 obrotów/s. Na jej obwodzie znajdowało się sześć wycięć, o kącie  $15^\circ$  równomiernie rozmieszczonych. Zastosowano film negatywowo Orwo NP-7 przy oświetleniu dwoma reflektorami halogenowymi typ LF-20 z odległości 0,5 metra. W opisanej metodzie dysponujemy następującymi zmiennymi: częstotliwością kamery, przesłoną sektorową kamery, otworem względnym obiektywu, obrotami tarczy fotostroboskopu, wielkością kąta i ilością wycięć na obwodzie tarczy fotostroboskopu oraz odpowiednim kontrastem pomiędzy tłem a filmowanym nasieniem. Wspomniane wyżej wartości należy tak dobrać,





Rys. 4. Kamera współpracująca wraz z fotostroboskopem



Rys. 5. Tor lotu nasion grochu uzyskano metodą kinematograficzno-stroboskopową

aby uzyskać cały tor badanego nasiona, odpowiednią ilość punktów toru oraz, co jest warunkiem powodzenia, w ten sposób dobrać tło i jego oświetlenie, aby całkowity czas naświetlenia klatki filmu dawał mniejsze zaczernienie niż naświetlenie cząstkowe badanego nasiona. Mając to na uwadze, należy zawsze stosować tło ciemne, nie odbijające promieni świetlnych. Stosunek naświetlenia całkowitego klatki do naświetlenia cząstkowego można określić eksperymentalnie.

### OBRÓBKA CHEMICZNA FILMU

W badaniach filmowych nie bez znaczenia jest fakt, po jakim czasie może być wykonana obróbka chemiczna naświetlanego materiału filmowego. W wielu przypadkach okazuje się, że zachodzi konieczność powtórzenia badania. Jeżeli istnieje możliwość wywołania bezpośrednio po nakręceniu, można uniknąć dodatkowej pracy, wynikającej z ponownego przygotowania badania w przypadku nieudanej próby. Bardzo wygodne jest stosowanie filmu negatywowego, którego obróbka chemiczna w niczym nie odbiega od metod stosowanych w fotografii; konieczne jest tylko posiadanie odpowiedniego koreksu, zezwalającego na nawinięcie przynajmniej 30 m filmu 16 mm. Po około 30 minutach znany jest już stan techniczny filmu i jego przydatność do analizy. Fakt zastosowania do badań filmu negatywowego nie ma ujemnego wpływu na przebieg analizy, ponieważ analizujący łatwo może się przyzwyczaić do rozpoznawania obrazu negatywnego.

### ANALIZA FILMU

#### ANALIZA JAKOŚCIOWA

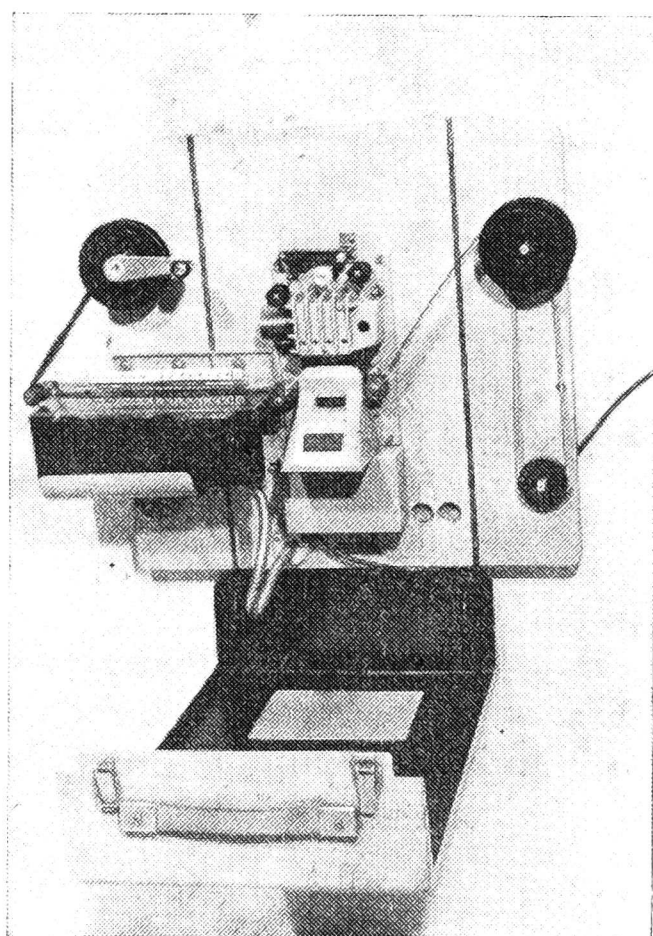
W analizie jakościowej wyświetla się film i — w omawianym przypadku — przy czterokrotnym zwolnieniu obserwuje proces wysiewu. W czasie projekcji określa się czy nie ma przepustów, podwójnych napełnień oraz jak wygląda tor spadających nasion i jak zachowują się nasiona przy spadaniu. W badaniu wysiewu grochu siewnikiem punktowym SPC-6 produkcji rumuńskiej stwierdzono, że ścieracz gumowy, którego zadaniem jest usuwanie z tarczy wysiewającej nasion, które nie wypadły pod własnym ciężarem, umieszczony był niewłaściwie, ponieważ wszystkie nasiona uderzały o niego, w wyniku czego ich tor był bardzo nierównomierny. Po odmontowaniu ścieracza siewnik pracuje zadowalająco. Stwierdzono również, że przy wysiewie grochu tym siewnikiem prawie nie występują podwójne napełnienia, natomiast występuje nieznaczna ilość przepustów. Przy badaniach w kanale glebowym stwierdzo-

no, że decydujący wpływ na kierunek zakrzywienia toru i wielkość przetaczania nasion w bruzdce ma prędkość ruchu siewnika, która najczęściej jest większa od prędkości obwodowej tarczy wysiewającej.

#### ANALIZA ILOŚCIOWA

Analizę ilościową wykonywano na projektorze 16 mm typ S-0060 napędzanym silnikiem maszyny do szycia, dzięki czemu uzyskano możliwość dowolnej regulacji częstotliwości projekcji, włącznie z projekcją poklatkową. W czasie tej analizy rejestrowano na licznikach elektromagnetycznych ilość wysianych nasion, przepustów, podwójnych napełnień, mierzono rzeczywiste rozmieszczenia nasion, wynikające z dokładności dawkowania siewnika oraz kształtu toru wysiewanych nasion.

Pomiar rozmieszczenia wykonywano w ten sposób, że obserwując



Rys. 6. Stolik montażowy „Junap Synchro” przystosowany do analizy

ekran stwierdzono, kiedy i w którym punkcie podziałki ziarno zetknęło się z linią obrazującą ziemię. Zatrzymując projektor robiono ślad na filmie, uwzględniając przy tym miejsce upadku nasiona. Mierzono odległość tych śladów na stoliku montażowym typ Junap Synchro (rys. 6) za pomocą podziałki korekcyjnej obliczonej wg wzoru:

$$c = \frac{s v_f}{v_p} \quad (1)$$

$$v_f = 10^{-3} f_z l_z \quad (2)$$

gdzie:

- $s$  — wymagana dokładność podziałki, mm,
- $v_f$  — prędkość filmu w kamerze, m/s,
- $f_z$  — częstotliwość znacznika czasu kamery, błysków/s,
- $l_z$  — odległość znaków czasowych na filmie, mm,
- $v_p$  — prędkość robocza siewnika, m/s.

W analizie ilościowej filmu można również wyznaczyć tor lotu nasion oraz zmierzyć odległości pomiędzy poszczególnymi punktami toru.

#### OPRACOWANIE WYNIKÓW ANALIZY

Droga nasiona nadająca się do dalszego opracowania jest odległością pomiędzy punktami  $n-1$  i  $n$ ; wyrażamy ją wzorem:

$$s_n = \sqrt{(y_n - y_{n-1})^2 + (x_n - x_{n-1})^2} \quad (m) \quad (3)$$

gdzie:

- $x_n$  — współrzędna na osi  $x$  nasiona w punkcie  $n$ ,
- $x_{n-1}$  — współrzędna na osi  $x$  nasiona w punkcie  $n$ ,
- $y_n$  — współrzędna na osi  $y$  nasiona w punkcie  $n$ ,
- $y_{n-1}$  — współrzędna na osi  $y$  nasiona w punkcie  $n$ .

Z drogi  $s_n$  i czasu obliczonego wg wzoru:

$$t_k = \frac{1}{f} n \quad (s) \quad (4)$$

gdzie:

- $f$  — częstotliwość kamery, kl/s,
- $n$  — liczba klatek filmu pomiędzy analizowanymi położeniami ziarna można obliczyć prędkość spadania ziarna w danym punkcie wg wzoru:

$$v_n = \frac{s_n}{t_k} = \frac{\sqrt{(y_n - y_{n-1})^2 + (x_n - x_{n-1})^2}}{t_k} \quad (m/s) \quad (5)$$

Średnie przyspieszenie oblicza się wg wzoru:

$$a_n = \frac{v_n - v_{n-1}}{t_k} \quad (m/s^2) \quad (6)$$

Wyniki uzyskane przy poszczególnych badaniach wg wyżej opisanych wzorów można porównywać przy pomocy prostych metod statystycznych.



## OCENA I ROZWIĄZANIE BADANEGO PROBLEMU

Na podstawie opracowanych wyników badania możemy określić, czy badany siewnik nadaje się do wysiewu danych nasion, co jest główną przyczyną niedokładności, jak wykonać regulację, aby uzyskać jak najlepsze wyniki, jaki jest tor lotu nasiona oraz kierunek i prędkość przy zetknięciu z ziemią, a w wypadku analizy pracy np. w kanale glebowym, również jakie są przetaczania nasion w glebie.

## LITERATURA

1. Kalina J.: Vyhodnocování filmu z rychlostní kamery použité k řešení kinematiky mechanismů a procesů na zemědělských strojích. Zemědělská technika 9/1966.
2. Mitrus J.: Metodyka badań siewników precyzyjnych. IBMER Warszawa.
3. Šimek J.: Fotografické techniky. Praha 1969.
4. Walczyk J.: Badania wysiewu nasion precyzyjnym siewnikiem komrókowym. Roczn. Nauk rol. 1974, t. 70-C-4.
5. Walczyk J., Zalewski P.: Technika wykonywania zdjęć stroboskopowych do badań powtarzalnego ruchu roboczego na maszynach rolniczych. Roczn. Nauk rol. 1974, t. 71-C-1.

*Ю. Вальчик*

ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОАНАЛИЗА  
В ИССЛЕДОВАНИЯХ СЕЯЛКИ ТОЧНОГО ВЫСЕВА

Резюме

Сделано описание метода быстрой киносъёмки, а также кинематографно-стробоскопного метода в исследованиях сеялки точного высева. Указаны параметры съёмки а также сделано описание аппаратуры и методики анализа фильма. Аппаратура представлена на чертежах.

*J. Walczyk*

APPLICATION OF FILM ANALYSIS FOR TESTING  
OF PRECISION DRILLS

Summary

Film technique by use of accelerated shots as well as cinematograph-stroboscopic method were described as applied for testing of precision drills. The parameters of film taking were given, the apparatus and the method of film analysis were described. The apparatus being used was shown in the figures.