

LABORATORIUM I NOWA APARATURA W ZAKŁADZIE TECHNIKI FILMOWEJ

Miroslaw Zápotocký

Instytut Badawczy Maszyn Rolniczych, Praga 4, Chodov

Ogólnie jest wiadomo, że technika zdjęć szybkich jest jedną z progresywnych metod w badaniach naukowych. Naukowa wartość tych filmów uzależniona jest od wielu czynników, tj. od doskonałości kamer filmowych, mocy źródła światła, chemicznej obróbki i urządzeń zastosowanych do analizy. W VÚZS (Instytut Badawczy Maszyn Rolniczych) metoda ta stosowana jest do badań już od 1958 r. i z upływem lat udoskonalany jest jej poziom techniczny. Aparatura stanowiąca wyposażenie laboratorium filmowego w VÚZS w Czechosłowacji jest obecnie najlepsza.

LABORATORIUM FILMOWE

Składa się ono z trzech oddzielnych pomieszczeń bez okien. Pierwsze pomieszczenie służy do chemicznej obróbki taśmy filmowej, w którym znajdują się: zlewozmywak z ciepłą i zimną wodą, automatyczna wywoływaczka do negatywów 16 lub 35 mm typ Combilabor firmy holenderskiej De Oude Delft. Nad nią umieszczone są pojemniki na wywoływacz i utrwalacz. Do specjalnej kasety w wywoływacze wkłada się 120 m filmu, który po automatycznej obróbce wychodzi już suchy, nadający się do projekcji. Czas obróbki 30 m taśmy filmowej wynosi około 25 minut. Woda stosowana w automacie jest filtrowana. W pomieszczeniu tym znajduje się również stół do przewijania oraz urządzenie destylacyjne.

Drugie pomieszczenie — to ciemnia fotograficzna. Zainstalowane są tam: powiększalnik, aparatura do numerowania, stół do przewijania filmów.

Trzecie pomieszczenie to archiwum filmów i magazyn materiałów.

LABORATORIUM FILMOWE RUCHOME

Zadaniem ruchomego laboratorium jest filmowanie oraz wykonywanie wszelkich prac związanych z filmowaniem w terenie. Spełnia ono podstawowe wymaganie, tzn. pozwala na szybką i bezpośrednią obróbkę filmu, przynajmniej w postaci próbek. Tak uzyskany materiał pozwala na podjęcie szybkich decyzji w trakcie badań. Nie znaczy to, że zawsze teoretyczne zagadnienia zostaną prawidłowo zarejestrowane na filmie.

Laboratorium takie ogranicza możliwość awarii aparatury, powodowaną najczęściej jej nieodpowiednim transportem. Zmniejsza się przez to możliwość nieudanych badań za pomocą kamery filmowej.

Aparatura i urządzenia pomocnicze zainstalowane są i ustawione w wielozadaniowym samochodzie Robur LO 2501. Wnętrze samochodu podzielone jest na trzy części.

W przedniej części znajdują się pomieszczenia na aparaturę i urządzenia pomocnicze. W szufladach stołu roboczego miękko ułożone są kamery: (kamera do zdjęć szybkich, kamera standardowa z wyposażeniem), luxometr, światłomierz, aparaty fotograficzne, pojemniki z materiałami filmowymi, przybory do czyszczenia aparatury optycznej, urządzenia do konserwacji i do zapisu. W środkowej części stołu umieszczone są kamery do zdjęć szybkich — typ Stalex i Hitachi 16 HS z wyposażeniem. Po lewej stronie znajduje się stół z pozostałym wyposażeniem pomocniczym, np. omomierz, próbki, żarówki zapasowe i kable do aparatury oświetleniowej. Z boku stołu znajduje się pomieszczenie, w którym ułożone są statywy do reflektorów. W dolnej partii umieszczono halogenowe reflektory. Po zaciemnieniu tej części służy ona do projekcji filmów.

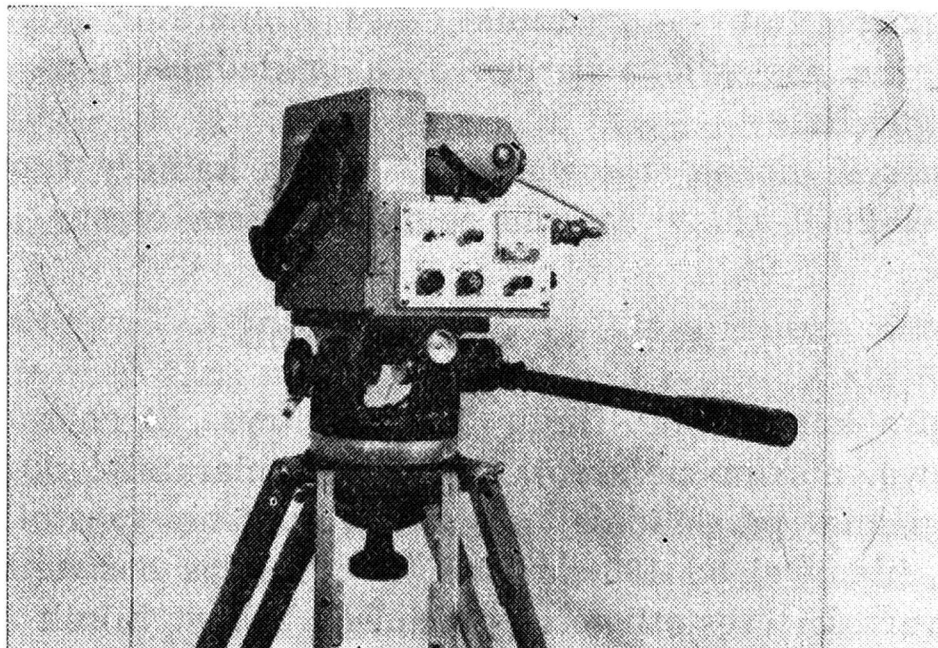
Druga część — ciemnia wyposażona jest tak, aby zaoszczędzić jak najwięcej wolnego miejsca. Na ścianach umieszczone są deski do mocowania pojemników potrzebnych przy obróbce filmu. Na stole laboratoryjnym wykonuje się podstawowe czynności związane z obróbką. Do wywoływania filmów stosuje się spiralę z umaplexu, własnej konstrukcji dla filmów 30 i 16 milimetrowych.

Trzecia część spełnia zadanie magazynu dla pozostałych materiałów. Umieszczony jest tu agregat benzynowy, rozdzielnia, cewki z kablami przedłużającymi, rurowa rozbieralna konstrukcja, która służy do mocowania kamery do zdjęć szybkich i reflektorów przy filmowaniu z samochodu w czasie jazdy.

KAMERA DO ZDJĘĆ SZYBKICH HITACHI — MODEL 16 HS

Japońska kamera do filmu 16 mm posiada 4-ścienny wirujący pryzmat. Można nią filmować z częstotliwością 500-5000 kl./s⁻¹. Montując

8-ścienny pryzmat uzyskuje się częstotliwość $1000-10\ 000\ \text{kl./}^{-1}$ przy $1/2$ wielkości kadru. Skrzynka kontrolna (rys. 1) stanowi całość z kamerą filmową. Na tablicy rozdzielczej skrzynki znajduje się selektor napięcia



Rys. 1. Skrzynka kontrolna kamery Hitachi — model 16 HS

wstępnego 100-115 lub 200-240 V, które nastawia się zgodnie z napięciem źródła energii elektrycznej. W środku na górze umieszczony jest przycisk kontroli prędkości, którym przy pomocy potencjometru nastawia się wymaganą częstotliwość. Zakładanie filmu odbywa się normalnie, tzn. szpula zbierająca znajduje się na wałku silnika elektrycznego, a szpula podająca — na wałku hamującym. Kamera ta ma bogate wyposażenie, które umożliwia szerokie jej zastosowanie. Synchronizator umożliwia filmowanie zjawiska w zaprogramowanym momencie. Połączenie przewodu synchronizatora z licznikiem klatek w kamerze, gdy uzyskana zostaje nastawiona prędkość przesuwu taśmy, uruchamia zjawisko, które ma być filmowane.

Stosując urządzenia hamujące można zatrzymać pracę kamery w czasie filmowania przy frekwencji do $1000\ \text{kl./s}^{-1}$. Pozwala to na ekonomiczne wykorzystywanie taśmy filmowej.

Skrzynka oporowa służy do dokładnej regulacji częstotliwości obrazu. Instaluje się ją między kablem doprowadzającym energię elektryczną, a gniazdkiem wtykowym w kamerze. Wewnątrz skrzynki umieszczony jest opornik, którym reguluje się częstotliwość obrazu i nastawia tak, aby była zgodna z zaprogramowaną na podziałce.

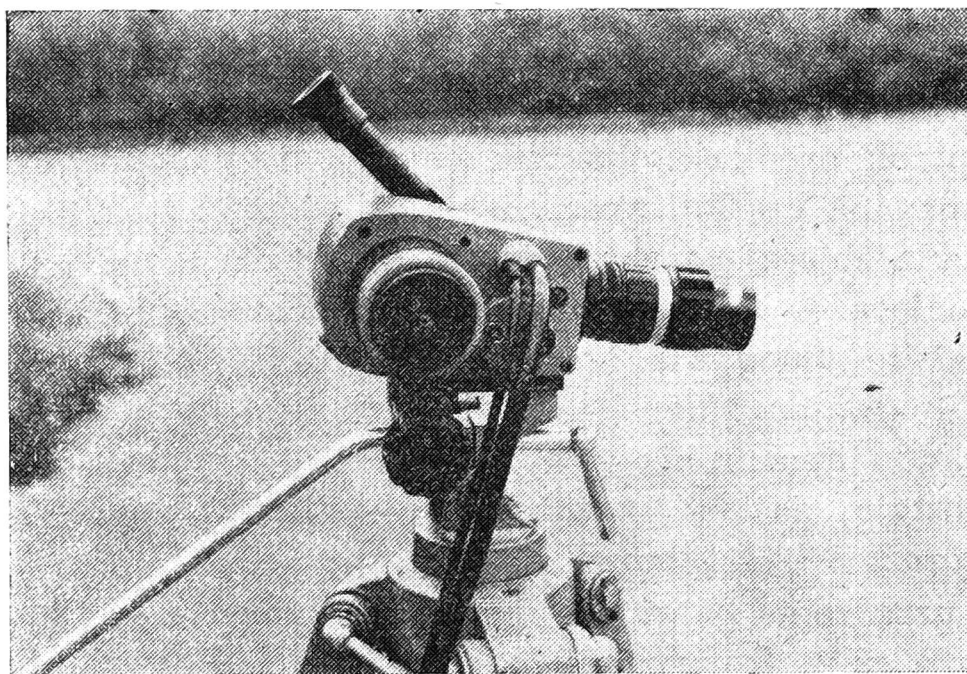
Znacznik czasu i zjawiska służy do wykonywania na brzegu filmu określonych znaków. Kamera do zdjęć szybkich z wirującym pryzmatem posiada duże przyspieszenie w momencie jej włączenia, a wymaganą

prędkość uzyskuje po pewnej chwili, przy czym prędkość tę utrzymuje na stałej wartości. Ponieważ z tego powodu szybkość filmowania zmienia się, należy dokładnie określać nominalną prędkość. Do tego celu służy światło żarówki neonowej, które pulsując z określoną częstotliwością naświetla brzeg filmu — znacznik czasu. Generator tych świetlnych impulsów można nastawić z bardzo dużą dokładnością na częstotliwość 10, 100 lub 1000 Hz.

Źródło energii można stosować do zasilania kamery filmowej o częstotliwości 200-2000 kl./s⁻¹ łącznie ze znacznikiem czasu.

KAMERA STALEX WS-1C

Szwajcarska kamera do filmu 16 mm (rys. 2) charakteryzuje się zwartą budową, niskim ciężarem, małymi rozmiarami i dużą niezawodnością. Wymienna przekładnia umożliwia zmianę częstotliwości przebiegu taśmy filmowej od 100 do 3000 kl./s⁻¹. Czas naświetlania kadrów wynosi $\frac{1}{5}$ wartości częstotliwości przebiegu taśmy. Silnik kamery zasilany jest stałym napięciem 36 V i pobiera prąd o maksymalnej wartości



Rys. 2. Kamera do zdjęć szybkich Stalex WS-1C

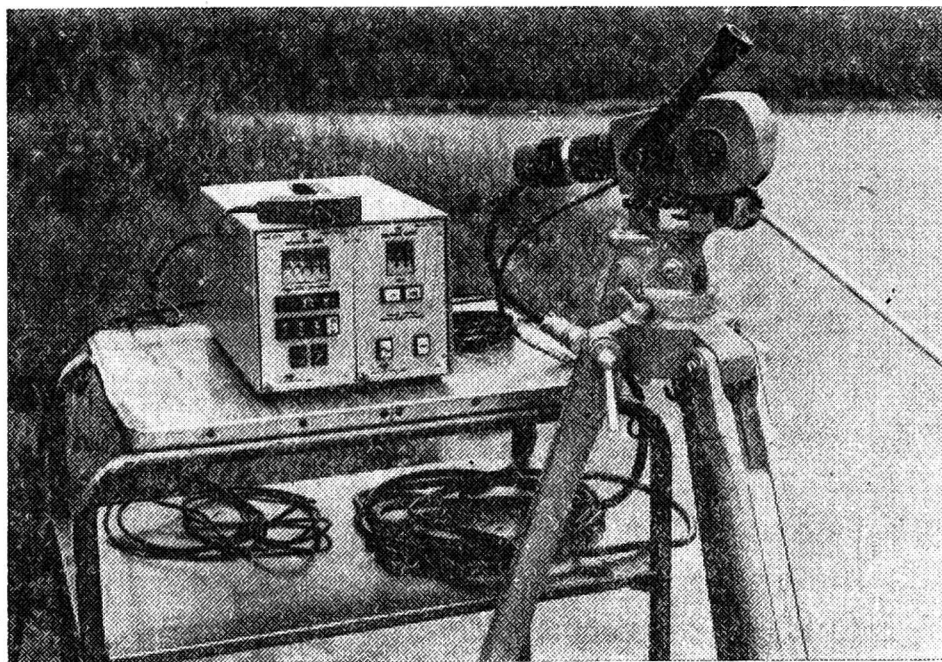
napięcia 14 A. W kamerze zainstalowany jest wyłącznik przebiegu filmu, który zatrzymuje silnik elektryczny w momencie skończenia się taśmy filmowej. Z przekładni redukcyjnej wystaje wałek, na którym zamocowana jest szpula podająca i zbierająca. Szpula podająca obraca się wolno, a szpula zbierająca napędzana jest wałkiem. Film ze szpuli podającej przechodzi korpusem lampy z żarówkami do czasowego oznakowania. Następnie taśma przesuwa się ciasnym kanałem i dostaje się

przed okienko, znajdujące się w środkowej części silnika. Stąd film przesuwa się na szpulę zbierającą, która powoduje jego ruch. W czasie ruchu filmu stabilizację obrazu dokonuje dwustronnie równoległy szklany pryzmat, który wiruje pomiędzy tylną stroną obiektywu, a jego płaszczyzną ogniska. Hamulec szpuli wykonany jest jako odrębna część kamery i umożliwia jej eksploatację w zakresie start — stop, do częstotliwości 1000 kl./s^{-1} . Szpula podająca w momencie wyłączenia silnika naciągnięta jest na szpuli hamującej. Równocześnie z wyłączeniem kamery elektromagnes przyciąga kołek w szpuli podającej i automatycznie ją zwalnia.

Kamera wyposażona jest w szpulę, na którą należy przed filmowaniem ściśle nawinąć film, aby nie dopuścić do zerwania się filmu. Szpule posiadają łożyska kulkowe, które przenoszą bez przesunięcia filmu obciążenia radialne i osiowe.

Zespół szybkościowy — Speed Unit i zespół sterujący szybkością — Control Unit (rys. 3) stanowiąc podstawowe wyposażenie kamery Stalex WS-1C.

Zespół sterujący — Control Unit cu 6a posiada elementy potrzebne do zasilania i wyłączania kamery. Wyposażony jest on także we włącz-



Rys. 3. Kamera Stalex — kompletna

nik czasowy, który włącza przebieg zjawiska po czasie rozbiegu kamery. Może również ograniczać czas pracy kamery, oznaczać czas w dowolnej rozpiętości 10, 100 lub 1000 Hz i zerowy punkt na taśmie filmowej. Włącznik czasu pracy kamery pracuje również jako wyłącznik bezpieczeństwa, jeżeli nastawi się czas przebiegu odczytany z krzywej wykresu szybkości filmu przemnożony przez 1,2.

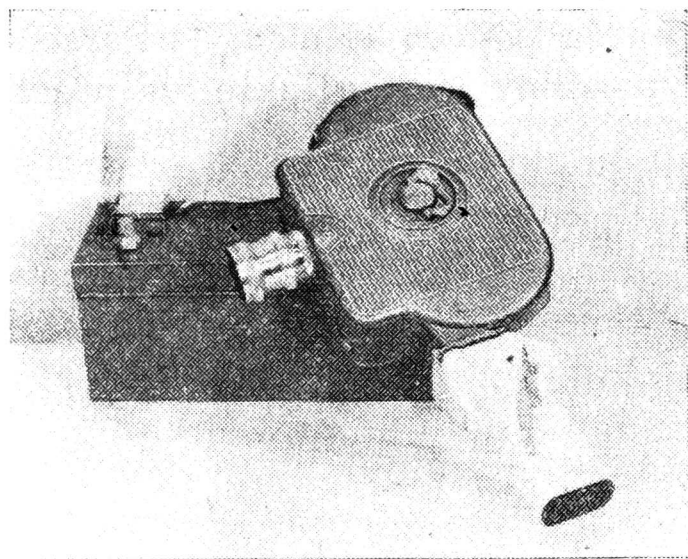
Elektroniczny zespół sterujący szybkością Speed Unit su 6a do re-

gulacji częstotliwości zapewnia dokładność $\pm 1\%$ maksymalnej prędkości. Częstotliwość można nastawić na cyfrowym regulatorze. W zależności od ustawionej przekładni do kamery świeci sygnał żarówki i daje odpowiedni wskaźnik do określenia częstotliwości. Wskaźnik ten pomnożony przez liczbę nastawioną na regulatorze daje częstotliwość pracy kamery.

W przypadku bateryjnego zasilania stosuje się dodatkowe wyposażenie — adapter prędkości — Speed adapter sal, który umożliwi pracę kamery w zakresie 250-3000 kl./s⁻¹, przy znaczniku czasu 1000-100 Hz. Kamera posiada zdalne sterowanie.

KAMERA DO ZDJĘĆ PRZYSPIESZONYCH ADMIRA 16

Kamera ta wypełnia lukę w zakresie częstotliwości pomiędzy kamerą do zdjęć szybkich i kamerą standardową. Jest to zrekonstruowana kamera Admira 16 (rys. 4). Zwiększono w niej napięcie zasilające silniczek



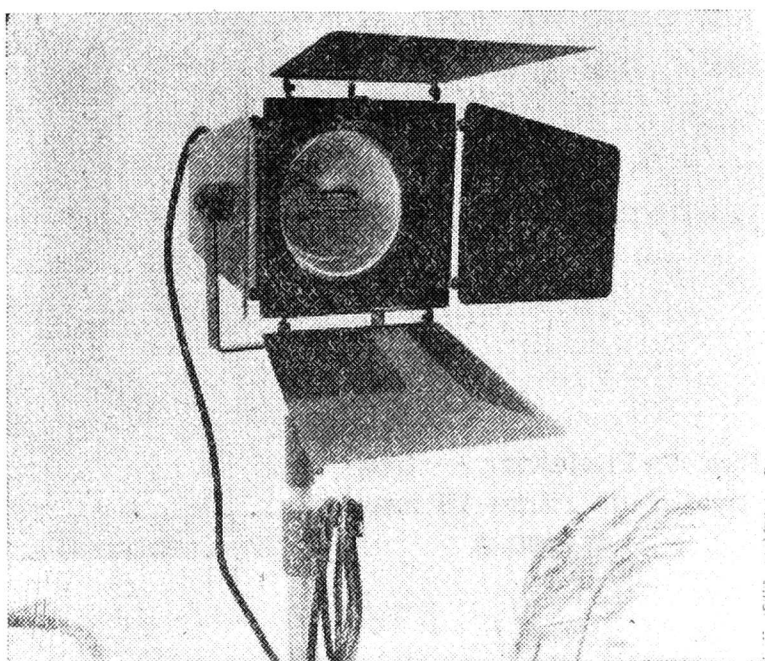
Rys. 4. Kamera do zdjęć szybkich Admira 16

w kamerze, z którego usunięto regulator, wymieniono koła zębate, zmieniono włącznik i chwytak kamery. Zmiany te pozwoliły zwiększyć frekwencję do 120 klatek na sekundę. Jako źródło energii elektrycznej zastosowano 16 sztuk srebrno-cynkowych ogniów SZ 13, umieszczonych w pudełku. Na tablicy skrzynki umieszczony jest: wyłącznik zasilania, zastępcze gniazdko wtykowe, woltomierz i potencjometr, które umożliwiają regulację napięcia zasilającego kamerę, a tym samym częstotliwość filmowania. Kamera dzięki swojej gotowości do pracy i małemu ciężarowi znalazła szerokie zastosowanie wszędzie tam, gdzie zastosowanie kamery do zdjęć szybkich było z różnych powodów niemożliwe.

Do prac dokumentalnych są używane kamery standardowe Admira Elektric 16, Pentaflex 16, aparaty fotograficzne praktisix i Practica TL, wszystkie z pełnym wyposażeniem.

ŹRÓDŁA ŚWIATŁA

Zaniechano dalszego stosowania klasycznych filmowych reflektorów z uwagi na ich wielkość i ciężar. Urządzenia te zastąpiono nowoczesnymi reflektorami halogenowymi. Reflektor reporterski zrekonstruowano w VÚZS, zmieniając jego poprzedni pionowy układ opraw na poziomy. Kąt nachylenia oprawy wynosi 40° pod i 60° nad poziomem. Wyłącznik reflektora znajduje się w jego rękojeści. Zastosowane źródło światła — to halogenowe żarówki Tesla HFP 220 V, 1000 W, 3400°K ; moc 31 000 lm i żywotność 15 godzin. Ciężar reflektora wynosi 2,4 kilograma. Następny typ ogniskowego reflektora K 156 (rys. 5) ma zmienny kąt promienia świetlnego, a jego moc jest w przybliżeniu podobna do mocy 2 kW reflektora filmowego. Składa się on z metalowej oprawki lampowej z lustrem, w której znajduje się urządzenie do przesuwania żarówki. Re-



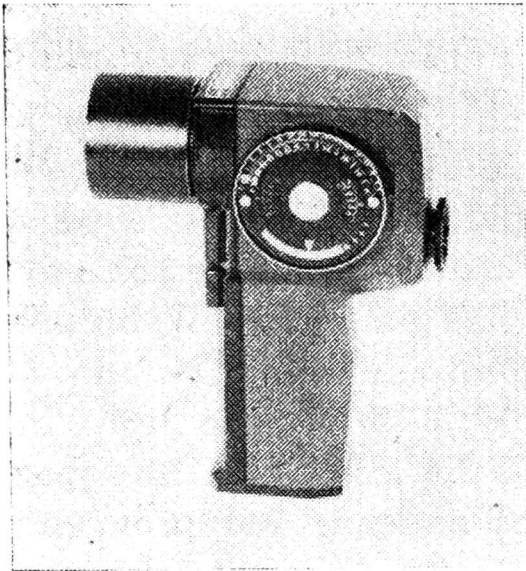
Rys. 5. Reflektor ogniskowy
800 W

flektor ten może być umieszczony na statywie. Zastosowana jest w nim halogenowa żarówka Tesla typ HFP 220 V — 800 W, 3400°K , moc 22 000 lm, żywotność 15 godzin.

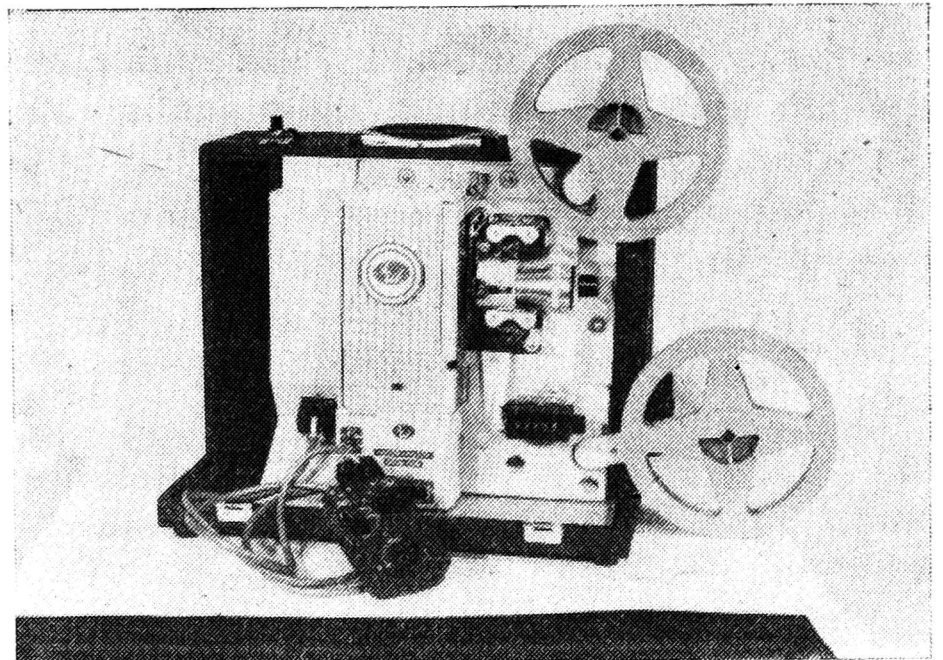
SPECJALNY ŚWIATŁOMIERZ ASAHI

Światłomierz ten (rys. 6) przeznaczony jest do prac zawodowych, a dodatkowe wyposażenie umożliwia stosowanie go do kamer do zdjęć szybkich. Światłomierz posiada rozszerzoną skalę częstotliwości do 32 000 kl./s i ciemnoszary filtr do kompensacji prędkości ujęć kamery. Kąt mierzonego światła wynosi 1° . Umożliwia to nastawienie odpowiedniego natężenia światła na całym obrazie.

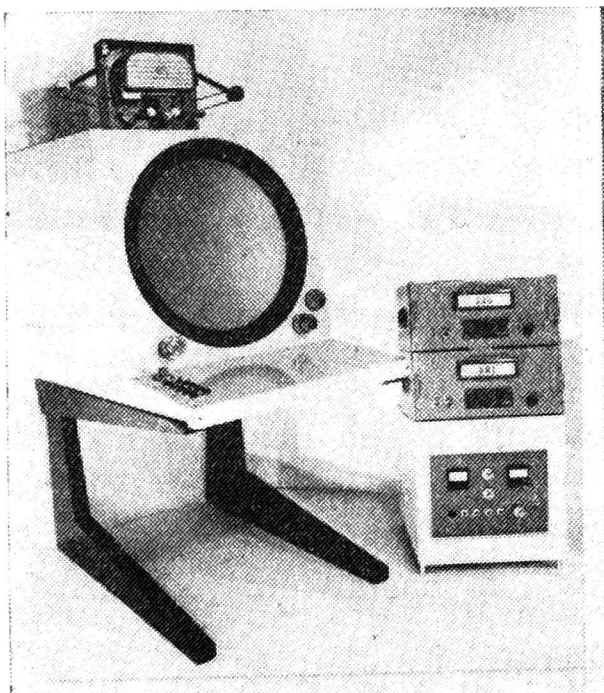
Do analizy filmów (pochodzących z kamer do zdjęć szybkich) Insty-



Rys. 6. Specjalny światłomierz Asahi



Rys. 7. Projektor — analizator do filmu 16 mm,
LW 900-B



Rys. 8. Analizator VUZS

tut posiada projektor — analizator LW 900-B (rys. 7). Może on być również stosowany jako projektor dla częstotliwości 16 lub 24 kl./s. Przy małych prędkościach od 1 do 8 kl./s wykluczone jest niepożądane „migotanie”, a tym samym możliwa jest obserwacja obrazu, na którym widoczne są drobne nawet szczegóły. Pozycja stop (stop — klatka), przy której film jest zatrzymany na dowolnie długi czas, umożliwia odryśowanie na ekranie obserwowanego zjawiska. Projektor wyposażony jest w dwukierunkowy przesuw filmu przy wszystkich prędkościach i licznik klatek.

ANALIZATOR KONSTRUKCJI VÚZS
DO ANALIZY ILOŚCIOWEJ KADRÓW FILMU,
PRACUJĄCY NA ZASADZIE WSPÓLRZĘDNYCH

W urządzeniu tym zastosowano tylną projekcję na okrągły ekran, obracany w zakresie 360° (rys. 8). Urządzenie to ma dwie świetlne osie (x , y) rzucane na ekran. Ruch osiowy krzyżyków przenoszony jest przez potencjometry pomiarowe. Napięcie pomiędzy potencjometrami mierzone jest za pomocą woltomierza. Urządzenie stosuje się do ilościowej analizy drogi obserwowanego punktu, a w zależności od czasu określona jest jego prędkość i przyspieszenie. Za pomocą tego analizatora można opracować techniczne informacje, zarejestrowane na filmie.

М. Запотоцки

ЛАБОРАТОРИИ И НОВАЯ АППАРАТУРА
В ОТДЕЛЕ КИНОМАТОГРАФИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Резюме

Общеизвестно, что научные исследования при помощи техники быстрой съемки являются одной из прогрессивных методов. В институте метод этот применялся с 1958 г.

Существуют две лаборатории: постоянные и подвижные. Задачей подвижной лаборатории является осуществление различных работ касающихся фотоснимков. Аппаратура и оборудование размещаются на автомашине „Робур ЛД 2501”. В передней части находится помещение на аппаратуру и оборудование. В другой части находится фотолабораторий, в третьей источник электротока.

Лабораторий имеет 3 кинокамеры: для быстрых съёмок Хитахи — модел 16 XII о частоте 500-10 000 кадр/сек. Вторая камера для быстрых съёмок это Сталекс ВС—ИЦ работающая в диапазоне 250-3000 кадр/сек. Камера для ускоренных съёмок Адмира 16 это стандартная камера, в которой переделано некото-

рые механизмы, чтобы можно было производить съёмки со скоростью 120 кадр/сек. Кроме того находятся камеры Адмира 16, Пентафлекс 16, а также фотоаппараты Практиксикс и Практика ТЛ.

Для освещения используется галлогенный рефлектор К 133, который состоит из ламп 2×1000 V, 3400°K , 31 000 Лм. Следующий тип рефлекторов галогенных это рефлектор К 156 с лампами 220 V, 800 W, 3400°K , 22 000 Лм Асахи — экспонометр предназначенный для измерения силы света для быстрых съёмок до 32 000 кадр/сек.

Для анализа фильмов снятых камерами для быстрых съёмок служит анализатор типа ЛВ 900-Б. Кинопроектор оборудован счётчиком кадров. Частота проекции выносит 1 до 8 а также 16 и 24 кадр/сек, а также стоп кадр.

M. Zápotocký

LABORATORY AND MODERN EQUIPMENT AT THE FILM TECHNIQUE DEPARTMENT

Summary

High-speed photography is well known as a modern method for farm machinery testing. Such a method is used by the Institute of Agricultural Machinery (VUZS) since 1958.

There are two laboratories, the stationary and the mobile one. The task of mobile laboratory is to realize all the works connected with film taking and processing in field conditions. The whole equipment has been installed on a multi-purpose car Robur LD 2501. In front of vehicle there is the space for apparatus and auxiliary equipment, a dark-room is in the middle and the supply of electric energy comes from rear part.

The laboratory is equipped with three film cameras:

— Hitachi model 16 HS high-speed camera with the frequency from 500 up to 10 000 frames per second;

— Stalex VS-1C high speed camera with the frequency ranged from 250 up to 3000 frames per second;

— Admira 16 standard camera specially adapted for accelerated photography; the adaptation makes it possible to take film of kinetic phenomena with frequency up to 120 frames per second.

Apart of the above, there are also a standard Admira 16 and Pentaflex 16 film cameras as well as Praktisix and Praktica TL photo-cameras for documentation works.

Two halogen reflectors are used for illumination: a K 133 type equipped with the 220 V bulbs 2×2000 W, 3400°K , 31 000 Lm, and a K 156-type with bulbs 800 W, 3400°K , 22 000 Lm. To measure the illumination for high-speed photography up to 32 000 frames per second, an Asaki light-meter is provided.

Film projector-analyser LW 900 B-type used to analyse films from the high-speed cameras is equipped with the two-directional film shifter and a frame counter as well. The frequency may be ranged from 1 to 8, 16 and 24 frames per second including a stop-frame.