

ADAM TOMASZEWSKI

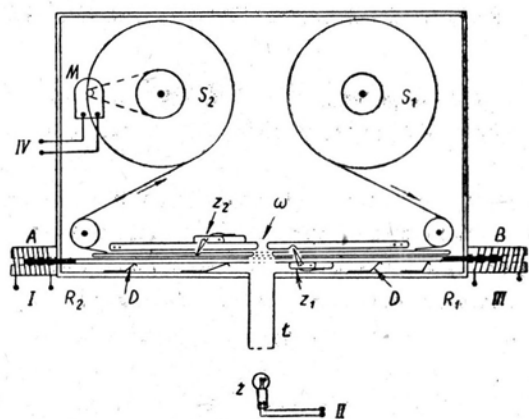
NOWE URZĄDZENIE AUTOMATYCZNE DO FOTOMIKROGRAFII POKLATKOWEJ

Rozwój techniki mikroskopowej, m. in. dzięki wprowadzeniu urządzeń kontrastowo-fazowych, umożliwił przeprowadzenie rozległych badań na materiale żywym.

Pozwala to na wyeliminowanie z obserwacji różnych artefaktów, jakie często powstają w materiale utrwalonym i barwionym. Często bardzo wolne tempo przemian wewnątrzkomórkowych praktycznie uniemożliwia zaobserwowanie i śledzenie ich bezpośrednio. Przeciwdziałać temu może stosowanie «obserwacji pośredniej» w drodze fotografowania poklatkowego. Najprymitywniejszą wersją fotografowania poklatkowego jest bezpośrednie fotografowanie w pewnych określonych i ściśle przestrzeganych odstępach czasu. Takie fotografowanie daje wprawdzie doskonały materiał ilustracyjny i dokumentacyjny, ale jest bardzo pracochłonne i kosztowne. Zastosowano więc w różnych ośrodkach badawczych filmowanie poklatkowe przy użyciu kamer wąskotaśmowych (16 mm) np. typu Siemens'a lub AK 16. Przy stosowaniu kamery AK 16 używać można specjalnych przystawek do fotografowania poklatkowego oraz elektrycznego motorka napędowego. Znow jednak przy tym napotyka się na poważne trudności techniczne. Przy stosowaniu tego motorka, cały czas musi on być w ruchu — czasem przez wiele godzin. Powoduje to dość duże jego nagrzewanie i szybkie zużycie, gdyż nie jest on przystosowany do pracy wielogodzinnej. Ponadto konieczne jest bezpośrednie wyzwalanie, ponieważ zastosowanie wyzwalania automatycznego napotyka na trudności techniczne, często nie do pokonania. Samo wyzwalanie jak też ciągły ruch motorka napędowego powodują wstrząsy udzielające się kamerze, co pociągać może za sobą: 1° — skoki obrazu przy wyświetlaniu przyspieszonym (16 klatek/sek.) oraz 2° — możliwość uzyskiwania zdjęć nie ostrych. W celu wyeliminowania tych ujemnych momentów stosuje się w szeregu ośrodków specjalny, wolno pracujący napęd kamery sprzężonej z bardzo skomplikowanym automatem uruchamiającym napęd co określony czas. Zaletą takiego urządzenia jest to, że otrzymuje się niejednokrotnie zdjęcia bardzo wysokiej jakości. Ujemną stroną — to stosowanie bardzo drogiego, importowanego sprzętu oraz konieczność konstruowania bardzo skomplikowanego

i drogiego układu napędowego jak też automatu do włączania i wyłączania całości układu. Do samej tylko obsługi tych urządzeń potrzebna jest dość wysoka znajomość elektrotechniki i elektromechaniki.

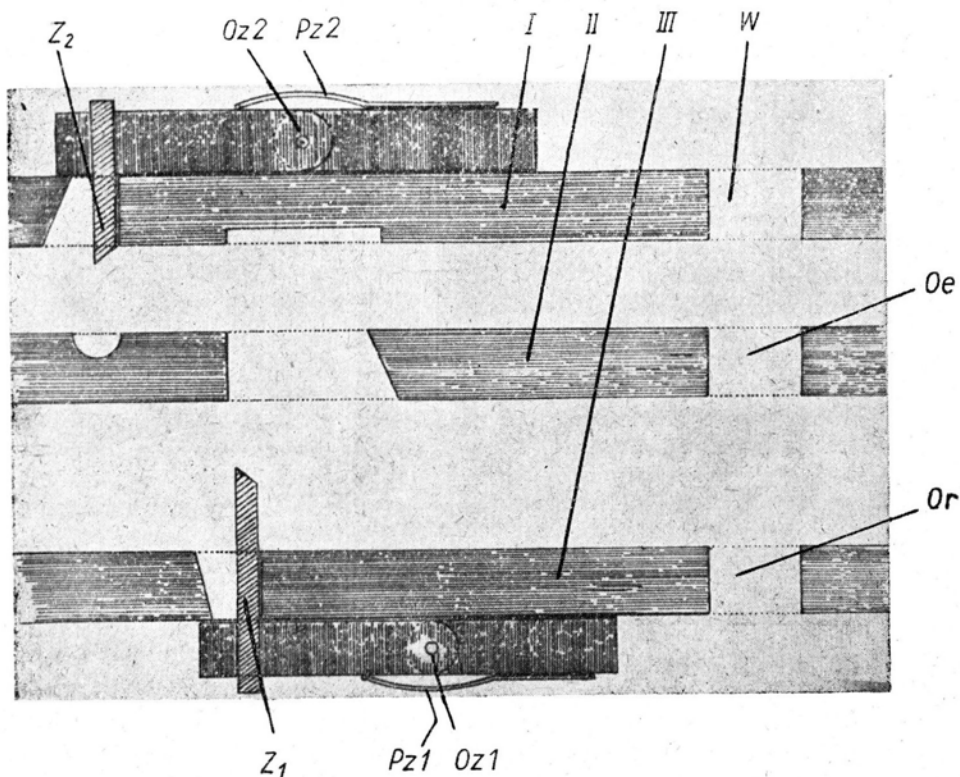
W związku z potrzebą stosowania fotografowania poklatkowego w badaniach cytologicznych na żywym materiale, opracowałem projekt a następnie prototyp dość prymitywnej i bardzo taniej kamery fotograficznej o napędzie elektromagnetycznym oraz automatu bardzo prostego do uruchamiania kamery, jak też i chwilowego oświetlenia preparatu. Poza chwilami dokonywania przesuwu taśmy o jedną klatkę, układy kamery nie pracują. W czasie samej ekspozycji kamera jest w zupełnym bezruchu, co eliminuje niebezpieczeństwo otrzymywania zdjęć nieostrych lub zniekształconych. Na rysunku 1. przedstawiono w uproszczonej formie roz-



Rys. 1. Ogólny schemat konstrukcji kamery (opis w tekście)

wiązanie techniczne kamery. Zasadniczym elementem przesuwającym taśmę o jedną perforację (przy filmie 16 mm. pokrywa się to z jedną klatką) są skośne zaczepy Z_1 — lekko wciskane sprężynką płaską do równoległych perforacji błony. Zaczepy te są przez łączenie zawiasowe połączone z ruchomą płytką «ciągnącą», na końcach której umieszczone są dwie sztabki żelazne, stanowiące ruchome rdzenie cewek elektromagnetycznych A i B, które stanowią obwód I i obwód II w kamerze. Prowadnica górna (I) i dolna (II) są nieruchome. Zrobione zostały z płytek tekstolitowych o grubości 4,4 mm z tym, że pośrodku podłużnie zostały wyżłobione (głębokość wyżłobienia ok. 0,4 mm) na szerokość odpowiadającą szerokości klatki na taśmie filmowej. Przeciwdziała to ewentualnemu rysowaniu emulsji. Niewyżłobione części pozostawiono tylko w bezpośredniej bliskości okienka ekspozycyjnego w celu przeciwdziałania sfałdowaniu taśmy w tym miejscu przed i w czasie ekspozycji. Trzecia płytka (Rys. 2) — ruchoma z rdzeniami na końcach, ślizga się wahadłowo po dolnej powierzchni prowadnicy dolnej z jednej strony oraz po powierzchni wsporników dociskających położonych pod płytką ruchomą. Na płytce ruchomej znajdują się połączone z nią zawiasem długie zaczepy metalowe skośne

(Z_1) przechodzące luźno przez odpowiednie wycięcia w przewodnicy dolnej i zaskakujące do poszczególnych perforacji taśmy filmowej. Rdzenie żelazne ($\varnothing =$ około 9 mm) położone na końcach płytki ruchomej (III) wciągane są kolejno przez jedną cewkę (po prawej stronie), a następnie przez drugą (po lewej stronie). Cewki otrzy-



Rys. 2. Konstrukcja centralnej części kamery (pow.: 2,16 \times). Z_1 — Zaczepek ruchomy na płytce ruchomej. Z_2 — Zaczepek ruchomy na przewodnicy górnej. Pz_1 — Sprężynka płaska dociskająca Z_1 . Pz_2 — Sprężynka płaska dociskająca Z_2 . Oz_1 — Oś ruchomej części obudowy Z_1 . Oz_2 — Oś ruchomej części obudowy Z_2 . W — Wizjer, wycięcie służące do ustawiania ostrości na błonie. Oe — Okienko ekspozycyjne. Or — Okienko w ruchomej płytce odsłaniające klatkę. I — Przewodnica górna (nieruchoma). II — Przewodnica dolna (nieruchoma). III — Płytkę ruchoma ciągnąca taśmę

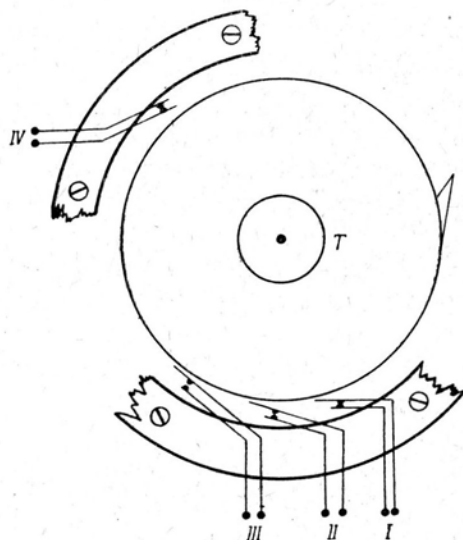
małem ze zdemontowanych liczników mocy. Przybliżone ich dane: średnica zewn. = 30 mm, średn. wewn. = 9,3 mm, drut nawojowy miedziany w emalii o średn. = 0,6 mm. Cewki pracowały przy napięciu ± 50 V. Przy włączaniu cewki prawej (B) — rdzeń przesuwa się do jej wnętrza i jednocześnie przesuwa płytkę ruchomą w prawo. Wtedy zaczepy płytki ruchomej wychodzą z perforacji i ślizgając się po taśmie pomiędzy sąsiadującymi perforacjami przesuwiają się do następnej perforacji i zaskakują do niej dzięki lekkiemu przyciskaniu sprężynki dociskających przy zawieszaniu na płytce ruchomej (Rys. 2) (III). Przy tym ruchu ślizgowym po taśmie, zaczepy te mogłyby cofnąć trochę (ku prawej stronie) całą taśmę. Wejście

do sąsiadującej perforacji nie doszłoby więc do skutku. Przeciwdziała temu zapadka położona na górnej powierzchni górnej nieruchomej prowadnicy, zbudowana podobnie jak ta opisana poprzednio. Jej zęby zaczepowe przechodzą przez odpowiednie wycięcia w górnej prowadnicy i wskakują do kolejnych podsuwanych perforacji błony — uniemożliwiając jej cofanie się w prawo. Rdzeń lewy wciągany jest przez cewkę A — w tym czasie naturalnie obwód cewki prawej (B) jest już otwarty. Wówczas płytka ruchoma — ciągnąca (III) wraz z zapadką-zaczepami Z_1 , której zęby poprzednio weszły do perforacji taśmy, przesuwa się ku stronie lewej; taśma zostaje przesunięta o jedną klatkę, a na okienko ekspozycyjne w prowadnicy dolnej (Rys. 2-Oe) nasuwa się okienko w płytce ruchomej (Or) odsłaniając kolejną klatkę błony dla ekspozycji. W czasie tego całego procesu (przesuwanie błony) zęby górnej zapadki Z_2 (contra) wysuwają się z perforacji (błona się przesuwa) i ślizgając się po powierzchni błony, przy końcu ruchu płytki ruchomej zaskakują do nowej perforacji, która podeszła od prawej strony. Naturalnie, położenie (odległości w poziomie) poszczególnych elementów, takich jak zapadki górnej, zaczepów dolnych, okienka ekspozycyjnego w prowadnicy dolnej, okienka odsłaniającego w płytce ruchomej (III), wycięcia dla ruchu poziomego zębów zaczepów dolnych itd. musi być odpowiednio bardzo dokładnie dobrane, gdyż warunkuje to otrzymanie klatek eksponowanych dokładnie od połowy jednej perforacji do połowy perforacji sąsiadującej. Jest to konieczne dla otrzymania prawidłowego obrazu na ekranie przy wyświetlaniu za pomocą standardowych projektorów 16 mm.

Taśma przechodzi ze szpuli S_1 pomiędzy dwie nieruchome płytki-prowadnice, które doprowadzają błonę do okienka wyciętego w dolnej prowadnicy, gdzie następuje ekspozycja. Następnie przechodzi stopniowo do szpuli drugiej (S_2), która nawija błonę z już naświetlonymi klatkami dzięki włączanemu co pewien czas (patrz dalej) mikromotorkowi (4,5 V) M. Motorek ten wchodzi w skład obwodu IV kamery. W kamerze prototypowej umocowanej na mocnym drewnianym statywie uniemożliwiającym powstawanie jej drgań podczas przesuwu taśmy, zastosowano połączenie z tubusem mikroskopu za pomocą elastycznej rury gumowej (dętka rowerowa), tak aby można łatwo wyjąć ją z tubusa (statywu) i włożyć tam tubus łamany dla kontrolowania ostrości obrazu. W tym wypadku ostrość obrazu na błonie na stałe skorelowano z ostrością uzyskaną przy użyciu łamanego tubusa z okulem. Łatwo to zrobić wkładając zamiast taśmy normalnej, taśmę z rozrzedzoną emulsją, która działa jak matówka, a następnie «zgrzywając» ostrość tubusową z ostrością na błonie-matówce (via wzornik) przez podnoszenie lub opuszczanie kamery. W tym wypadku kamera była stosowana do fotografowania typu lupowego, bez używania okularu mikroskopowego, jak też obiektywu kamery. Ekspozycja odbywała się tu przez włączanie oświetlenia mikroskopu, a czas ekspozycji zależał od czasu jarzenia żarówki. Czas regulowano przy użyciu przełącznika czasowego krajowej produkcji. W miejsce łącznika gumowego Ł można jednak wmontować obiektyw z aparatu fotograficznego z wzornikiem bocznym i przesłoną migawkową i w ten prosty sposób przystosować kamerę do makro-

fotografii poklatkowej obiektów stale oświetlonych (np. rozwijające się kwiaty, kielkujące nasiona itp.).

Kamera uruchamiana jest przez tarczę T napędzaną przez motorek synchroniczny o ściśle określonej liczbie obrotów w czasie. Przy użyciu motorka o końcowym ruchu przekładni = 1 obrót na minutę, liczba klatek na minutę zależna jest od liczby zębów na tarczy T kolejno włączających i wyłączających obwody kamery (I, II, III, IV). Automatyczny włącznik obwodów zamontowany może być w dużej odległości od samej kamery, a łączność z kamerą zachowana jest tylko



Rys. 3. Schemat konstrukcji układu włączającego okresowo poszczególne obwody elektryczne kamery. T — Tarcza włączająca zębem poszczególne obwody. I — Styki obwodu I włączające cewkę A. II — Styki obwodu II włączające przez włącznik czasowy oświetlenie preparatu. III — Styki obwodu III włączające cewkę B. IV — Styki obwodu IV włączające mikromotorek M (dociąganie taśmy na szpulę S_2)

przy pomocy izolowanych kabli. Dzięki temu ewentualne drgania związane z pracą motorka napędowego nie mogą udzielać się kamerze czy też mikroskopowi. Kolejność czynności włączania i wyłączania poszczególnych obwodów przez tarczę włącznika automatycznego przedstawia się następująco:

1. Zamknięcie obwodu I. Przesunięcie się rdzenia R_2 wraz z przesuwaczem filmu o jedną klatkę ku cewce A, a tym samym odsłonięcie klatki dla ekspozycji.
2. Otwarcie obwodu I — układ bez zmiany.
3. Zamknięcie obwodu II — włączenie oświetlenia mikroskopu (przez włączony szeregowo przekaźnik czasowy). Ekspozycja.
4. Otwarcie obwodu II. Koniec ekspozycji.
5. Zamknięcie obwodu III — przejście rdzeni wraz z przesuwaczem błony ku cewce B. Przeskok zaczepu Z_1 do następnej perforacji taśmy. Zasłonięcie naświetlonej przednio klatki.

6. Uruchomienie na krótki czas (okres styku) mikromotorka M dociągającego taśmę filmową na szpuli lewej S_2 .

Liczba zdjęć na minutę zależna jest od liczby zębów na tarczy włącznikowej. Stosować można tarcze wymienne o różnej liczbie zębów. Włączenie szeregowo do całości układu zegara włącznikowo-wyłącznikowego umożliwia pozostawienie włączonego układu na dowolny pożądaný czas lub też samoczynne włączanie się i wyłączanie się całości układu co pewien czas.

Opisana kamera po zastosowaniu pewnych uzupełnień, w zależności od potrzeb, może, moim zdaniem, oddać duże usługi w różnych badaniach biologicznych. Zaletami jej są dobre zdjęcia, łatwość obsługi, a nawet zmontowania całości sposobem chałupniczym, podobnie jak to miało miejsce z montażem prototypu. Dalszą pozytywną cechą kamery jest prostota jej budowy i bardzo niskie koszty produkcji. Przyjęcie jej do produkcji seryjnej zaoszczędziłoby wiele starań i zabiegów ze strony pracowników naukowych oraz dewiz koniecznych do importu bardzo drogich urządzeń specjalnych do fotografii poklatkowej.