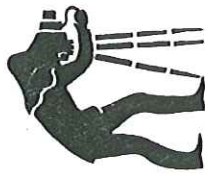
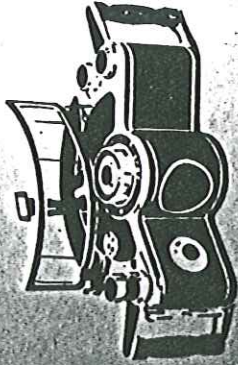
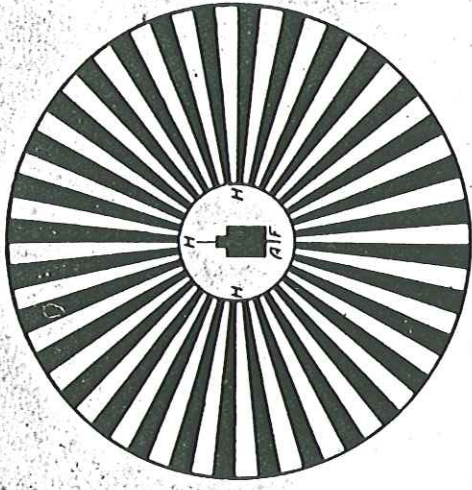


Cena zł 17.-

Cena zniżona 12.-



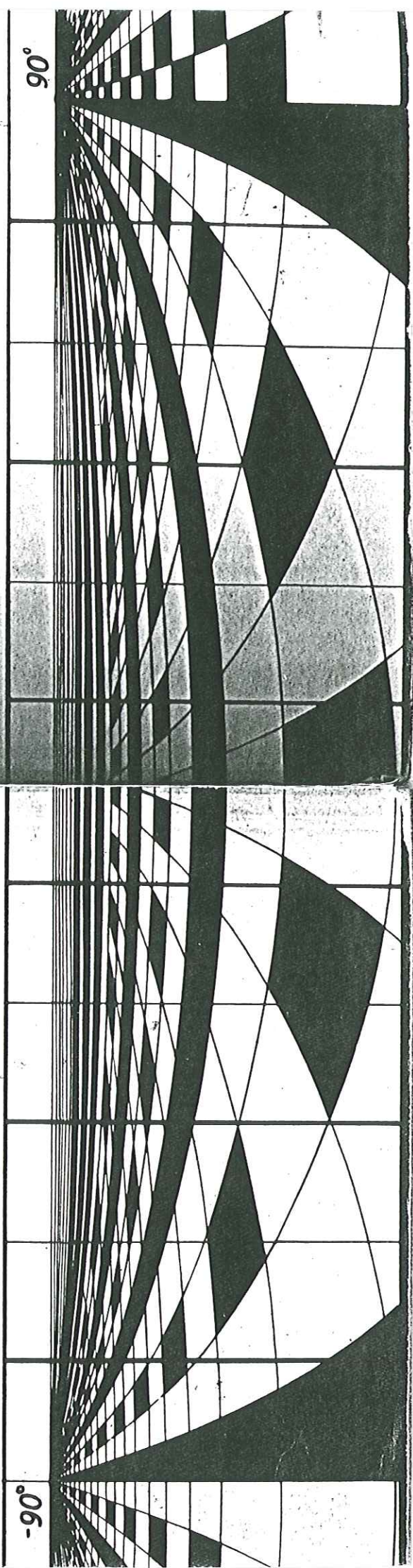
TADEUSZ BONGLER



ZASADY FOTOGRAFII PANORAMOWEJ

-90°

90°



TADEUSZ BONCLER



ZASADY FOTOGRAFII
PANORAMOWEJ



PAŃSTWOWE ZAKŁADY WYDAWNICTW SZKOLNYCH
WARSZAWA

Okładkę projektował
Andrzej Kowalewski

Redaktor
Tytus Zieliński

Redaktor techniczny
Stefania Rzęcka

OD AUTORA

Oddając do rąk czytelnika tę skromną i nowatorską w swym rodzaju pracę, miałem zamiar przyjść z pomocą tym wszystkim, którzy zajmują się fotografią bądź to zawodowo, bądź też uprawiają ją jako amatorzy, bądź ureszcie z innego powodu zmuszeni są uciekać się do wykonywania lub korzystania z różnego rodzaju zdjęć panoramowych jako ilustracji w swych pracach. Niewątpliwie w liczbie czytelników powinni się znaleźć również i ci wszyscy, którzy będą szukali najwłaściwszej formy fotograficznej do zilustrowania interesujących ich tematów.

Skromny rozmiar tej publikacji nie pozwolił mi na opracowanie tego zagadnienia szczegółowo. Zagadnienie fotografii panoramowej potraktowałem jedynie w zarysie, opuszczając wiele mniej ważnych szczegółów i ciekawostek mniej istotnych, a przestając na przedstawieniu jedynie najważniejszych i najbardziej zasadniczych problemów w sposób prosty, krótki i poglądowy.

Pomnąłem też dużą ilość materiału ilustracyjnego w postaci zdjęć, ograniczając się do tego, co niezbędne.

W czasach dzisiejszych fotografia stała się czymś, bez czego nie mógłby się już obejść żaden człowiek kulturalny. Wszyscy korzystamy z jej dobrodziejstw i usług, niemal każdy człowiek umie obecnie fotografować chociażby po amatorsku, a w najgorszym razie zna zasady fotografii. W większości szkół różnego typu są prowadzone uczniowskie pracownie fotograficzne, w których uczniowie mogą zdobywać tak przyjemną i pożyteczną umiejętność fotografowania.

Właściwa i umiejętna współpraca nauczycieli geografii, historii, przyrody, astronomii, fizyki, chemii, matematyki i innych przedmiotów mogłaby na terenie każdej szkoły dać przy pomocy uczniów piękne pomoce naukowe w postaci fotografii. Wiele

Copyright by
Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych
Warszawa 1963

Nakład 7000+250 egz. Ark. wyd. 10,17. Ark. druk. 11,75

Papier ilustrac. kl. III, 80 g, 61x86 cm

z Fabryki Papieru w Dąbrowicy

Oddano do składania 5. VI. 1963

Podpisano do druku 11. XI. 1963

Druk ukończono w grudniu 1963

Zamówienie nr 4753

Krakowskie Zakłady Graficzne — Zakład nr 7,

Kraków ul. Kaz. Wielkiego 95

Nr zam. 241 26. VI. 1963 F-5

Cena 21 17.—

spośród tych fotografii na pewno powinno być fotografiami panoramicznymi.

Wszystko to, co wspominałem o szkołach, dałoby się przenieść do różnego rodzaju zakładów pracy, w których zorganizowano własne laboratoria fotograficzne lub w których ze względu na rodzaj pracy należy stale korzystać z pomocy fotografii. Zbyt trudno byłoby wymienić te wszystkie wypadki, w których z różnych powodów zmuszeni jesteśmy uciekać się w pracy zawodowej do usług fotografii jako środka pomocniczego.

Dotychczas ani w szkołach fotograficznych, ani też w zakładach pracy posiadających laboratoria fotograficzne dział fotografii panoramicznej nie był uwzględniany, co najwyżej wspominało się, że taki rodzaj fotografii istnieje.

A fotografia panoramiczna w czasach obecnych ma coraz szersze zastosowanie w życiu codziennym, ponadto w wielu gałęziach wiedzy i techniki jest to jedyny sposób otrzymania najwłaściwszych obrazów fotograficznych. Dla przykładu wystarczy wymienić chociażby tylko takie dziedziny, jak archeologia, historia sztuki, geografia, nauki przyrodnicze, medycyna sądowa, ekspertyza kryminalna i sądowa, prace inwentaryzacyjne, prace konserwatorskie.

Specjalnym rodzajem fotografii panoramicznej są zdjęcia lotnicze do celów wojskowych i fotogrametrycznych. Zdjęcia fotogrametryczne są traktowane jako rzut pionowy obrazu powierzchni falistej na poziomą płaszczyznę, gdy tymczasem w normalnie rozumianej fotografii panoramicznej otrzymane zdjęcia są rozwinięciem obrazu powierzchni falistej i nie są rzutem pionowym obrazu na płaszczyznę poziomą.

Wielu zawodowych fotografów często w swej praktyce spotyka się z koniecznością wykonywania różnego rodzaju zdjęć panoramicznych, a nie znając jej zasad teoretycznych i praktycznych albo zdjęcia te wykonuje z rażącoymi błędami, albo też niszczy wiele materiału fotograficznego i traci wiele czasu, nim się im uda w końcu po wielu próbach wykonać dane zdjęcie możliwie poprawnie.

W tej pracy mniej mi zależało na przedstawieniu zbioru różnego typu i rodzaju fotografii panoramicznych, a więcej na nauczaniu poprawnego ich wykonywania. Cel tej publikacji zostanie

osiągnięty, jeżeli czytelnik nauczy się stosować właściwą metodę pracy nad zdjęciami panoramicznymi i jeżeli samodzielnie potrafi zorganizować techniczną stronę wykonywania tych zdjęć.

Przypuszczam, że praca ta odda pewne korzyści wielu osobom, ale ostrzegam, by od przestudiowania jej nie zaczynać w ogóle nauki fotografii. Czytelnik już przedtem musi poznać ogólne zasady fotografii, chociażby w niewielkim zakresie amatorskim. Aby czytelnik mógł odnieść pełną korzyść, pracę tę powinien przeczytać całą, kolejno rozdziałami, gdyż powtarzające się pewne analogiczne czynności, które były już raz omawiane przy pewnym rodzaju zdjęć panoramicznych, nie są już po raz drugi szczegółowo omawiane w dalszych paragrafach.

Proszę czytelników o nadsyłanie pod adresem Wydawnictwa własnych uwag. Zwłaszcza zależy mi na informacjach, czy wiadomości, zawarte w tej publikacji, przyczyniły się do udoskonalenia metod pracy czytelnika i jakiej pracy oraz czy pewne zagadnienia dotyczące fotografii panoramicznej nie zostały pominięte lub omówione nie dość wyczerpująco.

WIADOMOŚCI WSTĘPNE

§ 1. Istota zdjęć panoramowych

Słowo „panorama” pochodzi od dwóch słów greckich: „pan”, co oznacza dosłownie „wszystko”, a w połączeniu z innym słowem może oznaczać „odnoszący się do wszystkiego”, „obejmujący wszystko”, oraz „horama”, co znaczy „widok”. „Panorama” oznacza m. in. widok ogólny czegoś w szerokim zasięgu, z dalekim i bliskim planem. W języku technicznym słowo „panorama” oznaczać będzie obraz czegoś, widziany pod dużym kątem i posiadający rozległy i wysoki horyzont.

W fotografii wyrażenie „zdjęcie panoramowe” będzie oznaczało obraz fotograficzny otaczających nas przedmiotów lub okolicy, objętej możliwie jak największym kątem widzenia, lub widok całkowity jakiegos przedmiotu ze wszystkich jego stron.

Przy bezpośredniej wizualnej obserwacji otoczenia widok panoramowy otrzymujemy w naszej świadomości wtedy, gdy patrząc obracamy głową w sposób ciągły dookoła kręgosłupa jako osi, lub gdy utrzymując głowę nieruchomo wykonujemy ruchy gałkami ocznymi przeważnie wzdłuż linii horyzontu, lub gdy obie te czynności wykonujemy jednocześnie. Niewątpliwie, gdy w opisany sposób rozglądamy się dookoła siebie, kąt naszego widzenia jest daleko większy niż wtedy, gdy patrzymy nie poruszając ani szyją ani gałkami ocznymi.

Otrzymywany w ten sposób w naszej świadomości obraz otaczającej nas przestrzeni nie jest nigdy cały zarejestrowany na centralnej części siatkówki wyraźnego widzenia, lecz przesuwa się

po niej stopniowo w sposób ciągły: jedna partia obrazu ustępuje kolejno innej, w miarę jak wykonujemy ruchy głową i gałkami ocznymi. W uzyskiwaniu złudzenia w naszej świadomości, że widzimy jednorazowo obraz o dużym kącie widzenia, pomaga nam tutaj pamięć wzrokowa, rejestrująca dopiero co widziane fragmenty. Z istnienia tego czynnika najczęściej nie zdajemy sobie sprawy i przeważnie udział pamięci wzrokowej przy widzeniu panoramowym jest w różnych rozważaniach pomijany.

Ta właściwość naszego wzroku, tj. możliwość widzenia panoramowego otaczającego nas świata, budziła chęć wykonywania obrazów malarskich i fotograficznych, które by się dały oglądać w sposób panoramowy. Pierwszy w ogóle na świecie w malarstwie zapoczątkował obrazy panoramowe w roku 1787 angielski artysta plastyk Robert Barker. Pierwszy w Polsce malarską panoramę w roku 1894 wykonał znany artysta malarz Wojciech Kossak z Janem Styką. Na wzór panoram malarskich zaczęto również stosować panoramy fotograficzne, używając do tego celu różnego rodzaju aparatów i posługując się różnymi formami techniki. Ta przy czynna tworzenia obrazów malarskich i fotograficznych o własnościach widzenia panoramowego nie była jedyną, pewne bowiem konieczności życia i techniki również domagały się wytworzenia tego typu obrazów, o czym w dalszym ciągu będzie mowa.

Na zjawisko widzenia panoramowego, jak już stwierdziliśmy, składają się trzy czynniki:

- a) obrót głową dookoła kręgosłupa jako osi,
- b) ruchy gałkami ocznymi przeważnie wzdłuż linii horyzontu,
- c) oba ruchy łącznie.

W zależności od warunków, w jakich obraz panoramowy powstaje, będziemy mieli do czynienia ze specyficzną jego perspektywą. We wszystkich trzech wypadkach widzenia panoramowego perspektywa obrazów powstałych w naszej świadomości za każdym razem jest nieco inna, gdyż i prawa powstawania obrazu za każdym razem nieco się różnią.

Analogię pod względem różnicy perspektyw da się zauważyć również przy różnych rodzajach fotografii panoramowej, zależnie od sposobu jej powstawania i warunków optycznych.

Całkowity kąt widzenia obrazu panoramowego przy obserwacji wizualnej i fotografii panoramowej może być zawarty w różnych

granicach, począwszy mniej więcej od kąta 90° aż do kąta równego 360° .

Gdyby np. na zdjęciu w jakimś sposób udało się nam uwidocznić całkowicie otaczający nas ze wszystkich stron widnokrąg, to zdjęcie takie będzie miało swój kąt widzenia równy 360° (nie należy jednak tego pojęcia mieszać z wielkością kąta widzenia naszego wzroku, gdy taką fotografię oglądamy z pewnej odległości, ani też nie należy tego pojęcia utożsamiać z kątem ostrego widzenia naszego wzroku).

Pojedynczego zdjęcia o kącie widzenia obrazu równym 360° nie jesteśmy w stanie wykonać jednorazowo zwykłym aparatem fotograficznym, gdyż żaden obiektyw fotograficzny o klasycznej konstrukcji do zdjęć normalnych nie pracuje większym kątem niż 40° do 90° .^{*} Co prawda czasami spotykamy obiektywy szerokokątne do celów specjalnych, które mają kąt widzenia zawarty w granicach co najwyżej od 90° do około 130° . Istnieją również do zdjęć astronomicznych obiektywy o kącie widzenia równym 180° i dają one obraz panoramowy całego nieboskłonu aż po linię horyzontu,^{**} jednak do celów normalnej użytkowej fotografii obiektywy tego typu się nie nadają ze względu na swą specjalną konstrukcję i przeznaczenie.

Obiektywów klasycznej budowy o kącie pracy i widzenia równym 360° i wytwarzających poprawny obraz na razie nie ma: i prawdopodobnie nie uda się takich obiektywów w ogóle skonstruować. Istnieją tylko kombinowane układy optyczne, które dają kąt widzenia obrazu równy 360° i których można by do celów fotografii panoramowej używać z większym lub mniejszym powodzeniem.

Skomplikowane okoliczności życia współczesnego coraz częściej zmuszają nas do takiego obserwowania, którego ogólny kąt widzenia jest większy od 180° , a niekiedy nawet równy kątowi 360° . W tych wypadkach, gdy chcemy mieć dokładne wyobraże-

^{*} Klasyczna konstrukcja obiektywu oparta jest na własności załamywania światła przez soczewki i przekształcaniu wiązek rozbieżnej światła w wiązkę zbieżną.

^{**} Obiektyw p. n. „Robin Hill lens” (sky-lens) jest obiektywem astronomicznym f-my Bech R. and J. Bech, Ltd., 69 Mortimer St., London W., England.

nie o własnościach pewnych obiektów, sporządzamy ich specjalne obrazy, czyli tak zwane panoramy.

Wyłania się konieczność poznania możliwości wykonywania różnego rodzaju fotografii panoramowej, aby zorientować się, kiedy należy taką lub inną metodę zastosować. Poznawszy zagadnienie fotografii panoramowej od strony teoretycznej i praktycznej, potrafimy niewątpliwie zastosować najwłaściwszy sposób jej wykonania.

W tej publikacji przede wszystkim omówimy i uwzględnimy technikę i sposoby poprawnego wykonywania zdjęć panoramowych przy pomocy zwykłych kamer fotograficznych, które dostępne są dla każdego. W sposób mniej szczegółowy, lecz wystarczający zostaną omówione inne metody wykonywania zdjęć panoramowych za pomocą specjalnie skonstruowanych do tego celu kamer i urządzeń technicznych.

Przy wykonywaniu zdjęć panoramowych zwykłymi aparatami fotograficznymi przeważnie stosujemy tzw. metodę pokrętną lub posuwową, albo też stosujemy sprzężone zestawy zwykłych kamer.

Najbardziej istotnymi i specyficznymi cechami fotografii panoramowej, wykonanej na wolnym powietrzu, w plenerze (zdjęcia panoramowe pejzaży, miast, gór, architektury itp.), które będą ją różniły od zwykłej fotografii, są:

1. *stale zmieniająca się perspektywa dla linii równoległych w płaszczyźnie obrazu (patrz rozdz. VII „Perspektywa zdjęć panoramowych”),*
2. *stale zmieniający się kąt głównego oświetlenia dla poszczególnych partii obrazu.*

Jeżeli fotografia panoramowa nie jest wykonana specjalnym aparatem, jest pewnego rodzaju fotomontażem poszczególnych pojedynczych zdjęć, zestrojonych ze sobą tonalnie i liniowo tak, że nierzadko dwie powyżej wymienione cechy wykryć. Ujawnienie ich jest możliwe dopiero na podstawie analizy własności perspektyw.

Wykonanie poprawnego zdjęcia panoramowego przy pomocy zwykłego aparatu fotograficznego jest rzeczą o wiele trudniejszą, niż wykonanie tym samym aparatem zwykłego pojedynczego zdjęcia. A jednak poprawne wykonanie fotografii panoramowej jest

rzeczą osiągalną niemal dla każdego, kto wypełni ściśle niezbędne warunki.

Jak wspomnieliśmy, zdjęcie panoramowe wykonane zwykłym aparatem jest **fotomontażem odbitek**, otrzymanych z poszczególnych negatywów pewnego zestawu zdjęć, stanowiącego obraz całości pewnego tematu. Zdjęcie panoramowe, wykonane specjalnym aparatem, nie będzie fotomontażem, lecz będzie się składało z pojedynczej odbitki fotopanoramicznej, którą otrzymamy jako kopię z jednego negatywu.

W pracach służby kryminalnej fotografia panoramowa zdobywa ostatnio coraz większe uznanie i zastosowanie.

Przeważnie samo wykonanie zdjęcia panoramowego nie jest ostatecznym celem pracy, służy ono przede wszystkim do wyciągnięcia odpowiednich wniosków z jego treści, jako materiału rzeczowego lub dowodowego.

W tym ostatnim wypadku pracownicy nauki i służby kryminalnej przede wszystkim powinni poznać wszelkie prawa i subtelności fotografii panoramowej, aby nie wyciągnąć z jej materiałów błędnych wniosków, na podstawie których można otrzywać błędne orzeczenia, które przecież mogą nieraz decydować o winie lub uczciwości człowieka, a nawet o jego życiu.

ZDJĘCIA PANORAMOWE WYKONANE ZWYKŁYMI APARATAMI FOTOGRAFICZNYMI (Z OBIEKTYWAMI O KLASYCZNEJ KONSTRUKCJI)

§ 2. Uwagi ogólne

Ten dział pracy fotografii panoramowej ze względu na różnorodność tematyki należy podzielić na kilka grup w zależności od przyjętych sposobów wykonywania poszczególnych zdjęć, a mianowicie:

A. Zdjęcia panoramowe wykonane pojedynczym aparatem fotograficznym metodą pokrętną (osią obrotu aparatu fotograficznego jest tu środek jego układu optycznego). W zależności od rodzaju użytej optyki zdjęcia tego typu dzielimy jeszcze na:

1. zdjęcia panoramowe otrzymane przy pomocy obiektywów krótkoogniskowych $10\text{ cm} \leq F \leq 24\text{ cm}$ i o kącie pracy α , gdzie $40^\circ \leq \alpha \leq 80^\circ$,
2. zdjęcia panoramowe otrzymane przy pomocy obiektywów długoogniskowych lub teleobiektywów ($24\text{ cm} \leq F \leq 60\text{ cm}$ i więcej) i o kącie pracy α , gdzie $10^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$.

B. Zdjęcia panoramowe wykonane pojedynczym zwykłym aparatem fotograficznym metodą posuwową. Zależnie od rodzaju tematyki tego typu zdjęcia dzielimy na:

1. zdjęcia panoramowe posuwowe, gdy posuw odbywa się po liniach prostych; należą tu:
 - a) zdjęcia płaskich powierzchni poziomych,
 - b) zdjęcia płaskich powierzchni pionowych;
2. zdjęcia panoramowe posuwowe, gdy posuw odbywa się po liniach krzywych; należą tu:

a) zdjęcia-rozwinięcia obrazu powierzchni walcowych (posuw aparatu odbywa się po kole dookoła nieruchomego fotografowanego modelu lub aparat jest nieruchomy, a fotografowany walec jest pokręcany dookoła swej osi),

b) zdjęcia-rozwinięcia obrazu powierzchni brył powstałych z obrotu różnych figur dookoła osi (np. stożek, i in. figury obrotowe),

c) zdjęcia-rozwinięcia obrazu powierzchni niepłaskich, które są jednak całkowicie styczne tylko do pionu i których przekroje poziome dają linie krzywe stale wypukłe lub krzywe stale wklęsłe (posuw aparatu odbywa się po liniach odpowiednio krzywych),

d) zdjęcia-rozwinięcia obrazu powierzchni niepłaskich, które są jednak całkowicie styczne tylko do pionu i których przekroje poziome dają linie krzywe naprzemian wypukłe, wklęsłe lub kawałkami i proste (posuw aparatu odbywa się po liniach odpowiednio krzywych, wypukłych i prostych),

e) zdjęcia-rozwinięcia obrazu powierzchni dowolnych brył foremnych lub nieforemnych.

C. Zdjęcia panoramowe wykonywane za pomocą zespołu zestawu aparatów fotograficznych:

1. zestaw sprzężony z kilku aparatów fotograficznych kombinowany z lustrami płaskimi,
2. zestaw kołowy kilku sprzężonych aparatów fotograficznych.

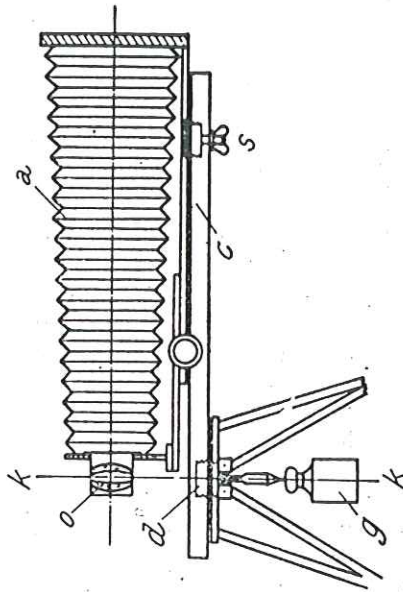
D. Zdjęcia panoramowe wykonywane obiektywami szerokokątnymi.

§ 3. Metoda pokrętna przy zastosowaniu obiektywów krótkoogniskowych ($10\text{ cm} \leq F \leq 24\text{ cm}$) i o kącie pracy α , gdzie $40^\circ \leq \alpha \leq 80^\circ$

Piękne zdjęcia panoramowe przy pomocy tzw. metody pokrętnej można wykonać zwykłym aparatem fotograficznym kliszowym lub na błony, wyposażonym w nowoczesny obiektyw, dobrze skorygowany, nawet o niezbyt dużym kącie pracy ($40^\circ \leq \alpha \leq 80^\circ$). Ten rodzaj zdjęć stanowi specjalny dział fotografii panoramowej.

wej — zdjęcia terenowe — i jest najbardziej przystępny dla wszystkich.

Stosujemy tutaj specjalne metody pracy, polegające na tym, że po każdym poszczególnym zdjęciu pokręcamy aparatem, pozostawiając go w tym samym kierunku, stale w jednym kierunku dookoła ustalonej osi k-k (rys. 1) o pewien stały kąt i w ten sposób wykonujemy kolejno całą serię zdjęć. Odbitki fotograficzne zrobione z takiej serii zdjęć i odpowiednio przycięte po dopasowaniu ich liniowym i tonalnym, potem sklejone w jedną całość według wiaściwej kolejności tworzą jako całość zdjęcie panoramowe fotografowanego motywu.



Rys. 1. Aparat na podstawie do zdjęć panoramowych

Panoramowe zdjęcia terenowe wykonane jedną kamerą w powyższy sposób mają duże zastosowanie w pracach przeznaczonych do użytku geografów, przyrodników, archeologów itp.

Ten rodzaj zdjęć panoramowych, chociaż najbardziej dla każdego przystępny, jest jednak przy poprawnym wykonywaniu z pewnych względów dość kłopotliwy i dlatego rzadko stosowany nawet przez bardzo wytrawnych fotografów zawodowych.

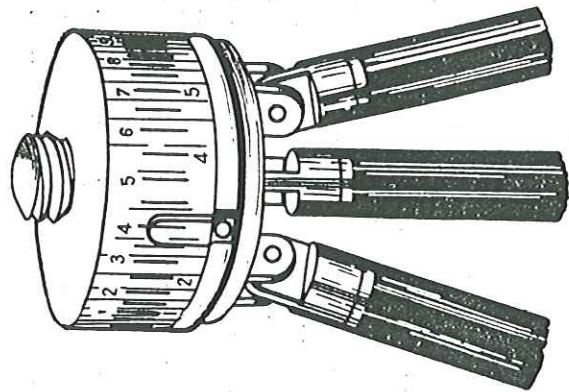
Otrzymane efekty tych zdjęć są w porównaniu ze zwykłą fotografią niezaprzeczalne, ale osiągnięcie ich wymaga wiele pracy, czego unikają przeważnie zawodowi fotografowie ze względu na małą opłacalność. Tutaj fotografowanie nie jest seryjną, szablonową, automatyczną pracą mechaniczną, lecz wymaga często du-

żej pomysłowości i dokładności. Im większe chcemy otrzymać efekty, tym sumienniej i staranniej musimy prace wykonywać.

Nim przystąpimy do wykonywania zdjęć panoramowych, musimy się najpierw do tej pracy sami przygotować, a poza tym należy również wyposażyć aparat fotograficzny w odpowiednie urządzenia pomocnicze. Przede wszystkim należy postarać się o odpowiedni statyw fotograficzny do zdjęć panoramowych ze specjalną obrotową głowicą, mającą podziałkę kątową, umożliwiającą poprawne wykonywanie skręceń aparatem o pewien kąt ustalony dla danej serii zdjęć (rys. 2). Jeżeli takiego specjalnego statywu nie mamy, można go zastąpić innym, ale takim, który dawałby gwarancję, że aparat umieszczony na nim nie będzie się chwiać i że będzie możliwe dorobienie do niego urządzenia z podziałką, zapewniającą skręty aparatem o ustalony kąt. Nie należy jako przyrządu pomocniczego używać kolankowej (przegubowej) głowicy, gdyż jest ona najczęściej przyczyną zdjęć poruszonych i pochylonych o falistej linii horyzontu.

Następną czynnością będzie przygotowanie specjalnej deski-podstawy, do której umocowuje się kamerę (rys. 1, patrz litera c). Deska ta powinna być dość długa i powinna mieć na środku szparę do przesuwania śruby s (rys. 1), przytwierdzającej aparat fotograficzny do deski. Szpara potrzebna jest do tego, aby po nastawieniu aparatu na ostrość można było go tak przesunąć, aby zawsze przez obiektyw O w jego środku optycznym przechodziła oś k-k (rys. 1)*. Środek optyczny obiektywu ułożony

* Warunek ten w wielu wypadkach jest konieczny do spełnienia, gdyż wtedy cała seria zdjęć jest wykonana z tego samego punktu, co gwarantuje pasowanie ich do siebie szczegółami na stykach przy sklejaniu.



Rys. 2. Statyw do zdjęć panoramowych

często dla celów praktycznych z diafragmą obiektywu. Pomocnicza deska-podstawa c musi mieć jeszcze wmontowany gwint d, za pomocą którego jest umocowana sztywno do statywu.

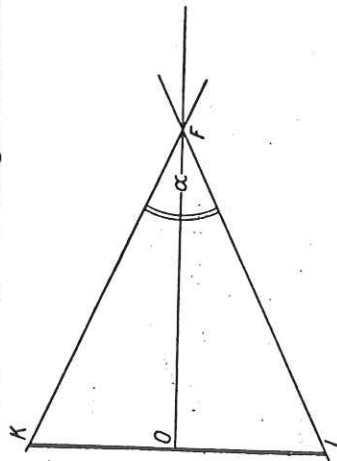
Ponieważ pomocnicza deska-podstawa i aparat fotograficzny a znajdują się po jednej stronie statywu i osi k-k, zostaje zachowana równowaga i dla jej wyrównania wzdłuż osi k-k zamierzamy ciężar g albo też równoważymy aparat w jakiś inny sposób.

Przed rozpoczęciem zdjęć panoramowych bardzo pożyteczną rzeczą będzie również ustalenie kątów widzenia dla matówek naszego aparatu. Zaoszczędzi to nam wielu kłopotów. Jeżeli matówka jest kwadratowa, to dla obu jej kierunków, poziomego i pionowego, wypadnie ten sam kąt. Jeżeli jednak matówka ma formę prostokąta, to dla jej kierunku poziomego i pionowego wypadną różne kąty. Mówimy, że matówka w aparacie zajmuje położenie poziome, jeżeli horyzont przebiega równolegle do jej dłuższego boku, natomiast zajmuje położenie pionowe, jeżeli horyzont przebiega równolegle do jej krótszego boku.

Kąt widzenia matówki dla każdego jej równego brzegu jest wielkością stałą, gdy aparat jest ustawiony ostro na nieskończoność, lecz jest wielkością zmienną dla wszelkich innych ustawień ostrości.

W wypadku gdy fotografujemy z ustawieniem ostrości na nieskończoność, można ustalić kąt widzenia matówki dla każdego z dwu różnych brzegów jej długości i szerokości. Rysunek 3 pokazuje, jak w takim wypadku obliczamy kąt α widzenia matówki dla jej brzegu dłuższego. Wielkość OF jest długością ogniskowej obiektywu, KL jest wielkością równą długości dłuższego brzegu matówki, OK jest równe połowie KL , kąt OKF jest połową kąta α .

Kąt α można otrzymać z pomiaru kątomierzem ze szkicu sporządzonego dokładnie według danych wymiarów ogniskowej aparatu i wymiarów długości brzegu matówki w aparacie. Można



Rys. 3. Kąt widzenia matówki

jednak to samo zrobić za pomocą rachunku, wyznaczając tangens kąta OFK jako stosunek z podzielenia wielkości OK przez wielkość OF (stosunek ten wyznaczamy w postaci ułamka dziesiętnego trzy- lub czterocyfrowego) i następnie odszukując w tablicach trygonometrycznych dla tangensów, jakiemu kątowi odpowiada obliczony powyżej stosunek. W tablicach odczytamy wartość kąta $\frac{\alpha}{2}$; należy go podwoić, aby otrzymać wartość kąta α .

W podobny sposób możemy obliczyć kąt β dla krótszego boku matówki w aparacie.

Otrzymane kąty α i β można by uznać za kąty, o które należy żałoby pokręcać aparat dookoła osi obrotu przy robieniu zdjęć panoramowych.

Kątów α i β nie przyjmujemy jednak za kąty pokrętu aparatu, ponieważ wprowadziłoby to pewne usterki przy kopiowaniu negatywów na papier fotograficzny. Klisze a nieraz i błony po ich obróbce chemicznej mają często na samych brzegach uszkodzoną emulsję. Po skopiowaniu obrazów z takich klisz na papier fotograficzny wszelkie usterki również się skopiują — co jest bardzo niepożądane. Z tych właśnie powodów nie możemy kątów α i β przyjąć za kąty pokrętu aparatu, lecz przyjmujemy kąty α_1 i β_1 , nieco mniejsze od poprzednich i ustalone podobnie jak poprzednio lub nieco inaczej, o czym niebawem będzie mowa.

W czasie wykonywania tego rodzaju zdjęć panoramowych aparat fotograficzny musi być umieszczony na statywie bezwzględnie dokładnie w pozycji poziomej. Prawidłowe położenie poziome aparatu regulujemy przy pomocy libelli wmontowanej do aparatu lub przy pomocy innej libelli.

Nawet najbardziej poprawnie skorygowany obiektyw wprowadza do zdjęć błędy dystorsji, które potęgają się przeważnie na brzegach kliszy, jako w miejscach najbardziej oddalonych od środka optycznego obiektywu i kliszy*. Błędy dystorsji jednak w wielu wypadkach mogą być tak nieznaczne, że stają się niedostrzegalne w normalnej pracy i praktycznie można je wtedy pominać. Jednak w specjalnych wypadkach, gdy fotografii stawiamy duże wymagania dokładności, należy na tę wadę zwracać uwagę.

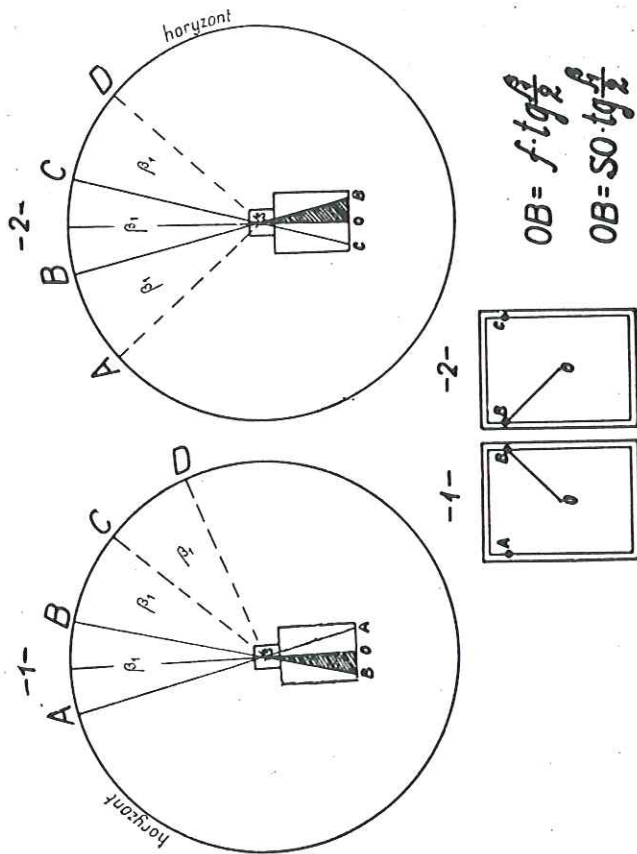
* Środek optyczny kliszy jest to punkt, w którym oś optyczna obiektywu przebija kliszę, i przeważnie leży na przecięciu przekątnych.

Wskutek powyższych wad dystorsji obrazu fotograficznego otrzymanego na kliszy, a tym samym później na odbitkach pozytywowych, może się zdarzyć, że poszczególne odbitki przy sklejananiu nie będą do siebie poprawnie pasowały na brzegach odpowiednimi szczegółami. Wystąpi to zwłaszcza wtedy, gdy obraz pewnego szczegółu znajduje się na dwóch brzegach sąsiadujących ze sobą sklejanym odbitek. Odległości tych szczegółów od środka optycznego na każdej z tych odbitek będą się różniły między sobą. Zjawisko powyższe ilustruje rys. 4. Im bardziej te odległości między sobą się różnią, tym większa wystąpi różnica w nieprzystawianiu odpowiednich szczegółów w miejscach sklejanania brzegów przyciętych odbitek.

Aby skutecznie temu zapobiec, należy w takich miejscach docinać odpowiednio na brzegach pozytywów tak, aby wszelkie przystające do siebie szczegóły jednego brzegu i drugiego miały jednakowe odległości od obu środków optycznych sąsiadujących ze sobą odbitek. Odcinek OB z pierwszej odbitki (-1-) powinien być równy odcinkowi OB z drugiej odbitki (-2-), jak to pokazuje rys. 4.

Efekt wspomniany możemy uzyskać przez odpowiednie przygotowanie matówki, co jednocześnie da nam również możliwość otrzymania właściwych kątów pokrętu aparatem o kąt α_1 i β_1 . Przygotowanie matówki do tego celu polega na tym, że najpierw wyznaczamy na niej jej środek, który teoretycznie i praktycznie powinien być również środkiem optycznym kliszy. Środek ten, jak już wspomnieliśmy, leży również na przecięciu się przekątnych matówki i tak go najlepiej wyznaczyć. Przekątne rysujemy na matowej stronie cienkim ołówkiem i punkt ich przecięcia oznaczamy literą O . Następnie przez punkt O przeprowadzamy dwie linie proste KL i MN odpowiednio równoległe do dwóch prostopadłych do siebie brzegów matówki. Poczynając od środka O proste MN i KL w obu kierunkach dzielimy na odcinki co jeden centymetr. Przez punkt podziału prowadzimy linie równoległe do prostych KL i MN cienkim ołówkiem. W ten sposób cała matówka zostaje pokryta cienką prostokątną siatką kwadratów, jak to pokazuje rys. 5.

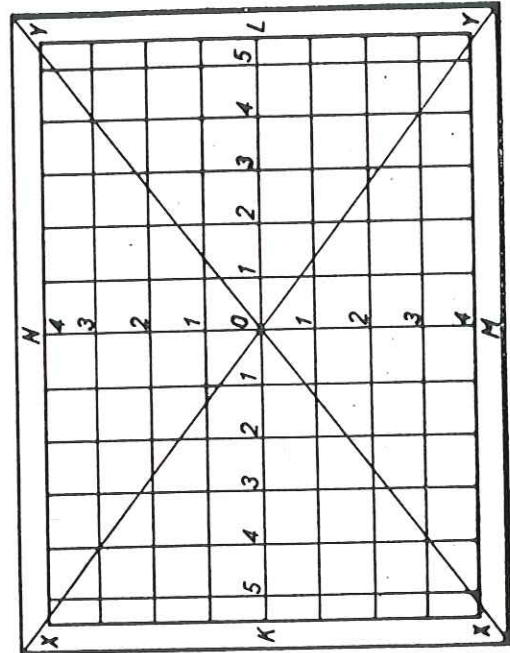
Wspominaliśmy już, że obraz na kliszy może ulegać na samych brzegach pewnym uszkodzeniom mechanicznym podczas obróbki



$$OB = f \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

$$OB = SO \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}$$

Rys. 4. Zasada ustawiania sąsiadujących ze sobą zdjęć



Rys. 5. Obraz matówki z naniesioną siatką podziału i ramką marginesową

chemicznej i laboratoryjnej (wywoływanie, utrwalanie, płukanie, suszenie itp.) i mimo to zmuszeni jesteśmy kopiować obraz z tymi defektami na brzegach. Aby tym usterekom zapobiec, do fotomontażu panoramowego należy użyć nie całych odbitek, lecz ich zasadnicze części po obcięciu marginesów określonej szerokości z powstałym defektem obrazu.

W tym celu na matówce narysujemy jeszcze jedną ramkę prostokątną XXYY (rys. 5) odległą od brzegów matówki 4 do 8 mm, zależnie od wielkości formatu matówki. Wspomnianą ramkę najlepiej jest narysować mocną czerwoną linią, aby się wyraźnie odróżniała od pozostałych linii. Tę czerwoną ramkę nazwiemy ramką marginesową.

Przy pomocy tej czerwonej ramki marginesowej na matówce możemy ustalić teraz kąty skrętu α_1 i β_1 , o jakie należy skrócić aparat po każdorazowym zdjęciu.

Przypuścimy teraz, że ustawiliśmy poprawnie aparat do zdjęcia i przyjmijmy za zasadę, że pokręty aparatem fotograficznym będziemy wykonywać zgodnie z kierunkiem biegu wskazówek zegara, tj. w kierunku od lewej ręki do prawej będzie odbywać się ruch obiektywu, a ruch matówki będzie przeciwny.

Zalóżmy ponadto, że dłuższy brzeg matówki ma położenie poziome. Zaobserwowaliśmy na matówce na pionowej czerwonej linii XX pewien szczegół S_1 . Robimy zdjęcie. Pokręcimy aparatem we właściwym kierunku tak, żeby poprzednio zaobserwowany szczegół S_1 przemieścił się teraz na czerwoną linię pionową YY. Po osiągnięciu przez szczegół S_1 takiego położenia możemy wykonać zdjęcie następne, przedtem jednak należy upatrzyć nowy szczegół S_2 na pionowej linii czerwonej XX. Szczegół S_2 przy następnym zdjęciu powinien się znaleźć na czerwonej pionowej linii YY. Jeżeli aparat fotograficzny był umieszczony na specjalnym statywie do zdjęć panoramowych, to kąt skrętu α_1 po takich zabiegach łatwo odczytać i ustalić jego wielkość. Jeżeli jednak zdjęcia wykonujemy ze zwykłego statywu, to przez sporządzenie przy nim odpowiedniej skali z podziałką stopniową można również określić kąt α_1 .

Przy tego rodzaju pokręceniach aparatem posługując się czerwoną ramką marginesową na matówce, zawsze będziemy mieć

kąty pokrętu takie same, nawet wtedy, gdy nie będziemy mieli kąta α_1 określonego w stopniach.

Z chwilą gdy właściwy kąt pokrętu α_1 aparatem fotograficznym dookoła osi k-k został ostatecznie w jakiś sposób ustalony, można przystąpić do wykonywania całych serii najróżnorodniejszych zdjęć panoramowych omówionego poprzednio typu.

Przyjmujemy za naczelną zasadę przy tego rodzaju zdjęciach panoramowych krajobrazu w terenie na przestrzeni otwartej, że należy stanowisko aparatu fotograficznego obierać dość wysoko ponad normalnym poziomem otoczenia. Ponadto stanowisko aparatu do zdjęć powinno być tak dobrane, aby nie było w pobliżu takich przedmiotów, które na zdjęciu mogłyby spowodować przerysowanie perspektywiczne obrazu, oraz aby blisko położone względem aparatu przedmioty nie zasłaniały innych, które powinny być widoczne na zdjęciu.

W czasie fotografowania należy stale pamiętać, że dla wszystkich poszczególnych zdjęć tej samej serii, które mają być sklejone i mają stworzyć jeden egzemplarz fotomontażu panoramowego, należy zachować:

- a) takie samo zawsze zadiafragmowanie obiektywu,
- b) takie samo zawsze ustawienie na ostrość,
- c) taki sam czas wszystkich ekspozycji.

Wszystkie kolejne zdjęcia tej samej serii, z których ma być sklejona jedna fotografia panoramowa, powinny zostać wykonane możliwie szybko jedno po drugim. Warunki świetlne i atmosferyczne nie mogą ulec zasadniczej zmianie. Wszystkie zdjęcia tej samej serii powinny być wykonane albo gdy świeci słońce, albo gdy jest za chmurą. Nie powinno się zdarzyć, że jedno zdjęcie jest wykonane, gdy świeci słońce, a inne znów, gdy jest pochmurno i pada np. deszcz. Jeżeli na niebie są kłębiaste chmury szybko się przesuwające, to cała seria zdjęć musi być wykonana jak najszybciej, gdyż chmury zmieniają swe kształty i położenie, skutkiem czego później przy sklejaniu poszczególnych odbitek wystąpić mogą trudności ze spasowaniem liniowo i tonalnie. Należy się liczyć z tym zawsze, że nawet przy bardzo sprawnym wykonywaniu poszczególnych zdjęć danej serii, upływie pewien czas od wykonania pierwszego zdjęcia do wykonania ostatniego,

a to już może pociągnąć za sobą zmianę warunków atmosferycznych i świetlnych otoczenia.

Najodpowiedniejszymi tematami do wykonywania zdjęć panoramowych przy pomocy jednej kamery w podany poprzednio sposób są obiekty, które w swej treści nie zawierają ruchu, co znaczy, że wszystkie elementy naszego fotografowanego obiektu są we względnym bezruchu, lub też że ruchy poszczególnych elementów fotografowanego obiektu są tak nieznaczne, iż można ich nie brać pod uwagę.

Przy kompozycji nie należy przeznaczać zbyt dużo miejsca na obraz nieba. Niebo nie powinno zajmować w normalnych wypadkach większej przestrzeni niż $1/3$ lub $1/4$ całej powierzchni kliszy.

Zdjęcia panoramowe, których tematem jest krajobraz, raczej powinny być robione na formacie podłużnym, chociaż nie jest to regułą.

Zdjęcia panoramowe, których tematem jest architektura lub innego rodzaju konstrukcje budowlane, powinny być raczej robione na poprzecznym formacie, chociaż i tu nie jest to jedyna reguła postępowania.

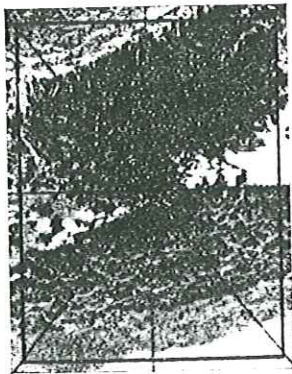
W celu pogłównego zilustrowania kolejności prac przy robieniu zdjęć panoramowych pojedynczą kamerą metodą pokrętną przedstawiamy na rys. 6 fotografię motywu krajobrazu, który chcemy sfotografować w całości.

Ze stanowiska, gdzie się znajdujemy, nie można aparatem kliszowym objąć całego motywu jednorazowo i sfotografować na jednym negatywie, o czym zresztą świadczą trzy kolejno widziane fragmenty tego krajobrazu na matówce naszego aparatu (patrz kolejne trzy fotografie na rys. 7, 8, 9).

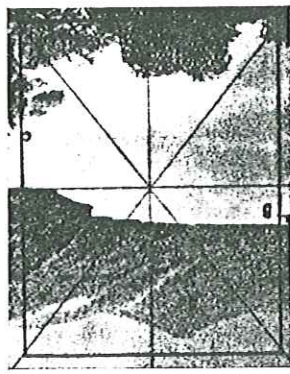
Aby uzyskać obraz całości interesującego nas motywu, należy wykonać około 5—6 poszczególnych zdjęć i zestawić je w jedną fotografię panoramową metodą fotomontażu. Tak też zrobimy.

Rys. 7 przedstawia widok jednego fragmentu naszego krajobrazu na matówce. Na pionowych liniach marginesowych matówki są tu uwidocznione dwa charakterystyczne punkty krajobrazu, oznaczone literami A i B. Punkt A leży na lewej pionowej linii marginesowej, punkt B leży na prawej pionowej linii marginesowej. Te punkty zapamiętujemy.

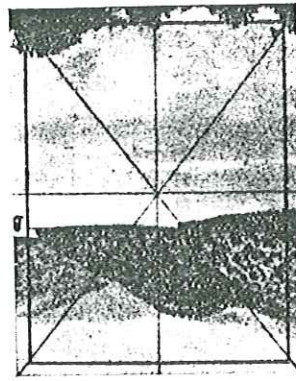
Rys. 9. Fragment CD obrazu panoramowego



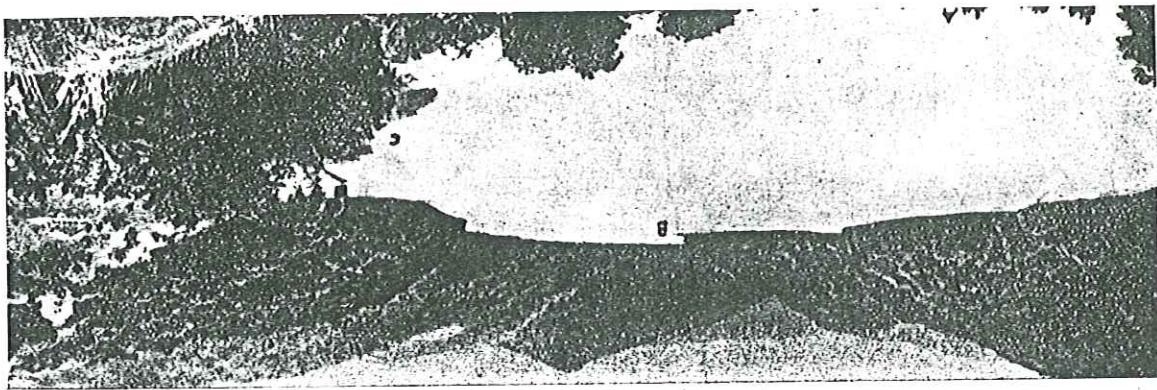
Rys. 8. Fragment BC obrazu panoramowego



Rys. 7. Fragment AB obrazu panoramowego



Rys. 6. Przykład obrazu panoramowego



Przy tym ustawieniu aparatu i w takim położeniu obrazu na matówce robimy zdjęcie tego fragmentu.

Następne ustawienie aparatu po pokręceniu go o pewien kąt powinno być takie, jak pokazuje fotografia obrazu na matówce na rys. 8. Widzimy teraz, że charakterystyczny punkt *B* leży już nie na prawej pionowej linii marginesowej matówki, ale na lewej. Przy tym ustawieniu matówki wyszukujemy nowy punkt charakterystyczny na prawej linii marginesowej pionowej i oznaczamy go np. literą *C* (jest to w tym wypadku wierzchołek krzaka). Robimy zdjęcie.

Następne ustawienie aparatu po pokręceniu go znów o ten sam kąt powinno być takie, jak pokazuje fotografia obrazu na matówce na rys. 9. Widzimy teraz z kolei, że charakterystyczny punkt *C* leży tym razem nie na prawej linii pionowej marginesu matówki, ale na lewej.

Przy tym ustawieniu matówki wyszukujemy znów nowy punkt charakterystyczny na prawej pionowej linii marginesowej. Jest nim np. punkt *D*, oznaczający mały krzak rosnący przy jakimś domku. Robimy nowe zdjęcie itd.

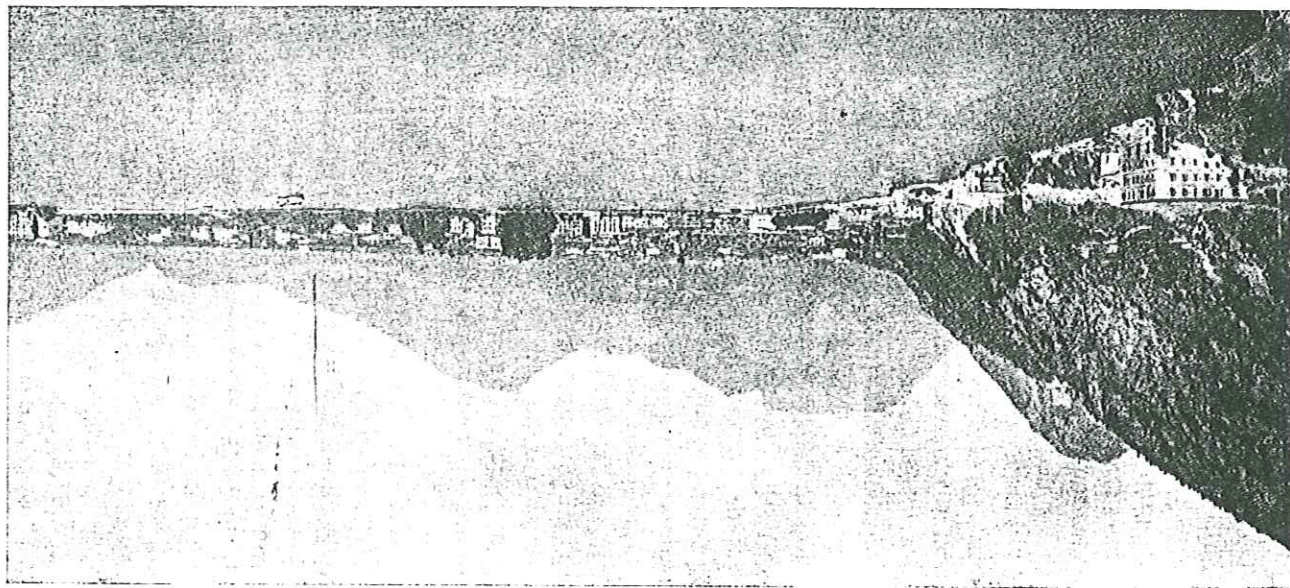
Musimy zaznaczyć, że wszystko to, co tutaj w książce widzisz na fotografiach normalnie, należy sobie w wyobraźni odwrócić „do góry nogami”, a wtedy będziemy mieć dopiero dokładne pojęcie, jak to wszystko wyglądało w rzeczywistości w czasie pracy.

Omawiany przez nas poglądowy przykład dotyczył aparatu kliszowego formatu 9×12 . Dla tego typu aparatu kąty widzenia matówki α i β dla poszczególnych jej krawędzi spełniały warunki: $40^\circ \leq \alpha \leq 46^\circ$, $32^\circ \leq \beta \leq 37^\circ$. Dla linii marginesowych matówki kąty te będą odpowiednio nieco mniejsze.

Jako przykład, że już 50 lat temu fotografia panoramowa była z powodzeniem wykonywana, zamieszczamy reprodukcję fotografii panoramowej (patrz rys. 10), zaczerpniętą z podręcznika: *Photographisches Unterhaltungsbuch*, A. Parzer-Mühlbacher, Berlin 1906.

Fotografia ta jest zmontowana z trzech części, trudno jednak doszukać się śladów miejsc, w których poszczególne części były ze sobą sklejone stykowo lub na zakładkę.

Rys. 10. Przykład zmontowanej fotografii panoramowej

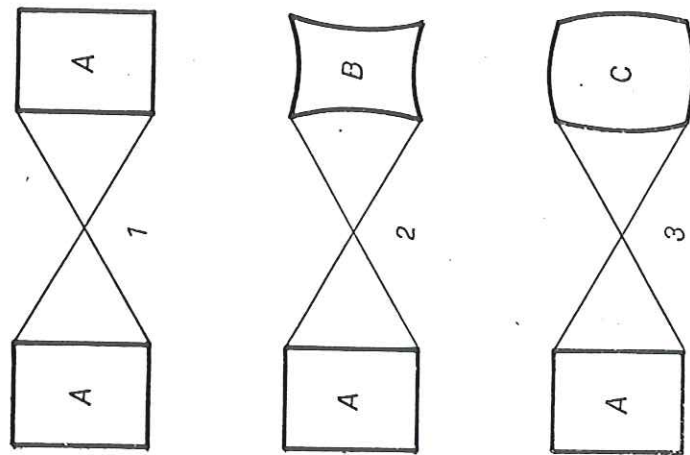


Przy używaniu do fotografii panoramowej zwykłych aparatów fotograficznych nowoczesnych, wyposażonych w doskonałą współczesną optykę, można uważać, że wada dystorsji praktycznie nie występuje, jeżeli kąt pracy obiektywu jest zawarty w granicach od 30° do 40°. Odkształcenia liniowe spowodowane tą wadą schodzą poniżej możliwości praktycznego ich zmierzenia. Można zatem przyjąć, że obrazami linii prostych na fotografii są również linie proste, że poprawnie sfotografowany prostokąt jest również prostokątem i że jego boki są również dokładnie odcinkami linii prostych (patrz rys. 11, przypadek 1A).

W wypadku gdy obiektyw posiada wadę dystorsji w znacznym stopniu występującą, wówczas fotografii linii prostych na odbite fotograficznej, zwłaszcza te, które są daleko położone od środka optycznego zdjęcia, mogą dość znacznie swym kształtem odbiegać od linii prostych sfotografowanego obiektu. Wtedy na-

wet poprawne sfotografowanie prostokąta nie da jego obrazu w postaci prawidłowego prostokąta, gdyż boki jego będą odpowiednio powycinane na zewnątrz lub do wewnątrz (patrz rys. 11 przypadek 2B i 3C).

Wadę dystorsji trudno jest wykryć wizualnie na odbite fotograficznej przedstawiającej krajobraz, gdyż przeważnie wtedy nie występują w obrazie linie proste, natomiast z łatwością wykryjemy ją na zdjęciach architektonicznych. Mimo to gdy przycinamy segmenty poszczególnych odbitek, które wejdą w skład fotomontażu panoramy krajobrazu, dystorsja może się ujawnić w ten sposób, że w miejscach



Rys. 11. Zniekształcenia prostokąta przez dystorsję

sklejeń może zabraknąć pewnych szczegółów, które wskutek dystorsji przy docinaniu odbitek zostały obcięte.

Z kolei należy jeszcze poruszyć sprawę ustawiania na ostrość. Przeważnie przy zdjęciach panoramowych tego typu na otwartym powietrzu tematem jest jak najbardziej rozległy krajobraz i zależy nam na otrzymaniu jak największej głębi ostrości obrazu, tzn. zależy nam na tym, aby zdjęcie było ostre, począwszy od horyzontu aż do miejsc blisko położonych od stanowiska aparatu. Aby te zalety obrazu osiągnąć należy ostrość nastawić nie na „nieskończoność”, ale na tzw. odległość hyperfokalną i właśnie wtedy wystąpi największa głębia ostrości obrazu. Do obliczenia odległości hyperfokalnej możemy posłużyć się następującym wzorem:

$$D = \frac{F^2}{z \cdot n}$$

We wzorze tym D jest hyperfokalną odległością przy diafragmie (n) i żądanym krążku nieostrości (z), przy czym D jest podane w milimetrach, F jest długością ogniskowej podaną w milimetrach, z — jest średnicą krążka nieostrości podaną w milimetrach, n — jest liczbą oderwaną i wskazuje stopień jasności obiektywu po odpowiednim zadiafragmowaniu (n przeważnie jest większe od 1 i występuje we wzorze $f = 1 : n$).

Co to jest długość ogniskowej, objaśnić nie będziemy, określenie tego pojęcia czytelnik znajdzie w każdym podręczniku traktującym o fotografii. Średnica krążka nieostrości zazwyczaj jest przyjmowana jako średnia wielkość równa 0,1 mm (może się ona wahać w granicach od 0,2 do 0,05 mm); jest to liczba, która określa szerokość nieostrości, jaka się wytwarza dla przedmiotów o różnym kontraście świetlnym, gdy są one nieostro sfotografowane, przy tym bezpośrednio ze sobą graniczą. Gdy na przykład biała linia na czarnym tle jest nieostro sfotografowana, to szerokość przejścia tonalnego pomiędzy białym i czarnym jest stopniowa i jeżeli równa się 0,1 mm, to mówimy, że krążek nieostrości w danym wypadku wynosi właśnie 0,1 mm.

Z wyżej przytoczonego wzoru korzystamy w ten sposób, że obliczamy D i na tę odległość ustawiamy ostrość. Wzór ten, jak widzimy, uzależniony jest od wielkości ogniskowej aparatu, sto-

pnia zadiafragmowania obiektywu i żądanej ostrości obrazu, określonej przez kątówkę nieostrości.

Jeżeli jednak zdjęcia panoramowe są tego rodzaju, że głębia ostrości nie musi się opierać aż o horyzont, a jedynie musi być zawarta pomiędzy dwiema ściśle określonymi odległościami d_1 i d_2 , wówczas możemy skorzystać z innego wzoru, z którego obliczymy odległość d , na którą należy ustawić ostrość w zależności od d_1 i d_2 :

$$d = \frac{2d_1 \cdot d_2}{d_1 + d_2}$$

Najczęściej jednak fotografujący starają się ustalić właściwą ostrość kierując się wyczuciem, co przy dużej praktyce staje się również również dostatecznym sposobem.

Laboratoryjna obróbka otrzymanego materiału negatywowego, retusz negatywów i pozytywów, kompozycja obrazu w czasie zdjęć, sprawy właściwego oświetlenia i zagadnienia perspektywy zdjęć panoramowych jak również zagadnienie sporządzania powiększeń z negatywów zdjęć panoramowych zostaną wyczerpująco omówione w specjalnych rozdziałach w dalszych partiach książki, między innymi w rozdziale o pracach laboratoryjnych.

§ 4. Metoda pokrętna przy zastosowaniu teleobiektywów ($24 \text{ cm} \leq F \leq 60 \text{ cm}$ i więcej) i obiektywów szerokokątnych

Metodą pokrętną można wykonywać zdjęcia panoramowe przez teleobiektywy, które wmontujemy do odpowiednich kamer. Stosujemy niemal wszystkie te same zasady pracy, jak poprzednio omawiane, z tą tylko zasadniczą różnicą, że kąty pokrętu α_1 i β_1 będą tutaj znacznie mniejsze i wielkość ich będzie zależała od długości ogniskowej teleobiektywu oraz od formatu matówki. Kąty pokrętu mogą się wahać w granicach od 5° do 20° , nawet czasami mogą być jeszcze mniejsze, zależnie od tego o jak długiej ogniskowej jest teleobiektyw i jak wielką powierzchnię kliszy pokrywa swoim obrazem.

Teleobiektywami fotografuje się przeważnie przedmioty bardzo odległe, obrazy tych przedmiotów na kliszy przeważnie będą nie-

wielkich rozmiarów. Stąd wynikiłoby wskazania, aby używać do tego rodzaju zdjęć materiałów negatywowych o dużej zdolności (sile) rozdzielczej, a tym samym drobnoziarnistych. Wywoływać należałoby je w wywoływaczach drobnoziarnistych, aby otrzymać dużą siłę rozdzielczą obrazu oraz wszelkie subtelne tonacje ry-

sunku, gdyż obrazy przedmiotów bardzo oddalonych przeważnie są mało kontrastowe. Ponieważ kąt pokrętu przy tego rodzaju zdjęciach jest niewielki, więc seria zdjęć będzie się składać ze znacznie większej liczby. Obraz na zdjęciach będzie występował w znacznie większej skali niż w poprzednich wypadkach i dlatego statyw do tego rodzaju zdjęć musi być bardziej stateczny, gdyż znacznie łatwiej tu będą dostrzegalne na obrazie wszelkie drgania i poruszenia aparatu.

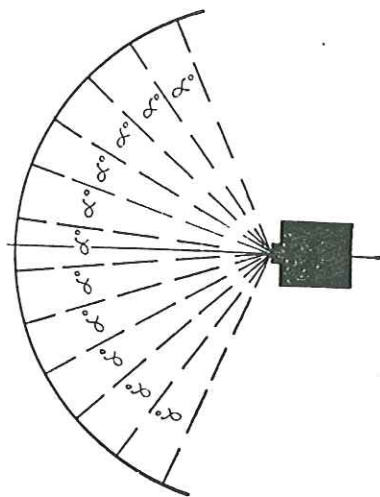
Tak jak poprzednio, i tu obiekty fotografowane powinny być we względnym bezruchu. Rys. 12 przedstawia schematyczne położenie aparatu i kąty pokrętu.

W tego rodzaju zdjęciach ze względu na dużą odległość aparatu od motywów fotografowanych nie występuje prawie nigdy przerysowanie perspektywiczne.

Podobnie najczęściej nie mamy tutaj wpływu na rodzaj oświetlenia fotografowanego motywu, jak również na kompozycję artystyczną obrazu.

Jeżeli fotografujemy nie teleobiektywami, lecz zwykłymi obiektywami o długiej ogniskowej, rodzaj wykonywanej pracy niewiele się zmienia.

Przeważnie z negatywów zdjęć wykonywanych teleobiektywami i obiektywami o długich ogniskowych nie robimy powiększeń, ale nie można tego przyjąć za regułę.



Rys. 12. Pokręt aparatem o kąt α przy fotografowaniu teleobiektywem

§ 5. Metoda posuwowa przy zastosowaniu zwykłego pojedynczego aparatu fotograficznego

Do zdjęć panoramowych wykonanych zwykłym aparatem fotograficznym należy zaliczyć również i ten rodzaj fotografii, kiedy zmuszeni jesteśmy fotografować obiekt o powierzchni płaskiej lub niezupełnie płaskiej, przy czym powierzchnia ta może być w pozycji poziomej, pionowej lub ukośnej, i nie możemy całego obiektu sfotografować na jednym negatywie, lecz musimy sfotografować go wielokrotnie z wielu różnych pozycji. W takich przypadkach całość interesującego nas tematu zostaje sfotografowana odpowiednio etapami z różnych stanowisk. Otrzymujemy na negatywach poszczególne fragmenty obiektu, z których później sporządzone odbitki fotograficzne należy sklejać, podobnie jak przy zdjęciach panoramowych wykonanych metodą pokrętną.

Tego rodzaju fotografia panoramowa ma w wielu wypadkach dużo podobieństwa do fotografii lotniczej, gdzie zamiast zdjęcia perspektywicznego otrzymujemy fotografię w rodzaju planu pewnego terenu, pozbawionego skrótów perspektywicznych.

O ile w fotografii panoramowej pokrętniej zachowane są wszelkie prawa perspektywy, czasami nawet bardzo swoistej i oryginalnej, o tyle w fotografii panoramowej metodą posuwową staramy się raczej otrzymać na zdjęciu wyłącznie obraz planu motywu, chociaż w niektórych wypadkach możemy otrzymać obrazy ze skrótami perspektywy przestrzennej.

Trudno by było na tym miejscu wymienić wszystkie wypadki, kiedy należy stosować do zdjęć panoramowych metodę posuwową. Dla przykładu można zalecić posługiwanie się tą metodą przy zdjęciach wykopalisk archeologicznych, w niektórych ekspertyzach kryminalnych, w pracach nad konserwacją zabytków historycznych itp. Stosujemy tę metodę przeważnie w tych wypadkach, kiedy potrzebny jest nam obraz pewnego obiektu właśnie w postaci planu, i to bardzo szczegółowego, a nie możemy tak się oddalić z aparatem fotograficznym, aby obraz ten otrzymać w postaci jednorazowego zdjęcia. Dwie przyczyny wykluczają możliwość takiego oddalenia się: warunki terenowe nie pozwalające ustawić aparatu w miejscu najwłaściwszym i najbardziej dogodnym, oraz obawa, że przy znacznym oddaleniu aparatu foto-

graficznego, gwarantującym ujęcie obiektu w całości na jednym negatywie, nie otrzymamy obrazu w pożądaney i właściwey skali i że ważne, niezbędne dla nas szczegóły zaginę z powodu zbyt- niego zmniejszenia.

Tematami zdjęć panoramowych wykonywanych metodą posuwową mogą być:

1. *obiekty o powierzchniach zbliżonych do płaszczyzn i ułożonych w poziomie,*
2. *obiekty o powierzchniach zbliżonych do płaszczyzn i ułożonych pionowo,*
3. *obiekty o powierzchniach zbliżonych do płaszczyzn i ułożonych pod pewnym kątem do poziomu,*
4. *obiekty, których powierzchnie są powierzchniami różnych brył (walce, stożki, kule itp., bryły kształtne lub nie).*

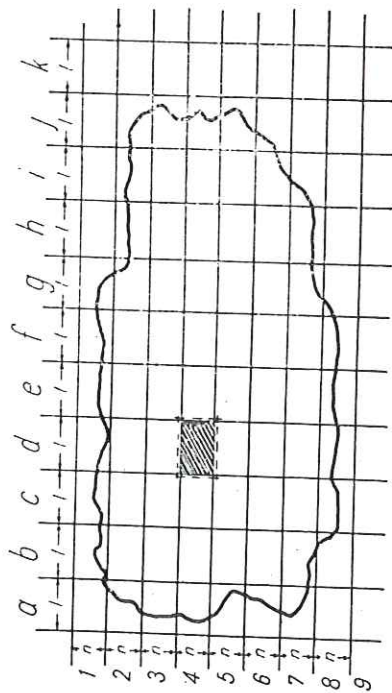
W niektórych wypadkach możemy fotografowany obiekt odpowiednio ustawić sobie do zdjęcia w pożądanym dla nas położeniu poziomym, pionowym lub jeszcze innym. Nie zawsze jest to możliwe; często fotografujący musi się przystosować do istniejących warunków i musi tak zorganizować metody pracy, aby osiągnąć najlepsze rezultaty.

Fotografię panoramową, posuwową lub obrotową, zależnie od okoliczności, stosuje się przy różnego rodzaju pracach inwentaryzacyjnych, gdzie ma ona charakter fotografii dokumentalnej, jak również przy dokumentacji różnego rodzaju zabytków wielkiej wartości natury artystycznej, historycznej, architektonicznej itp.

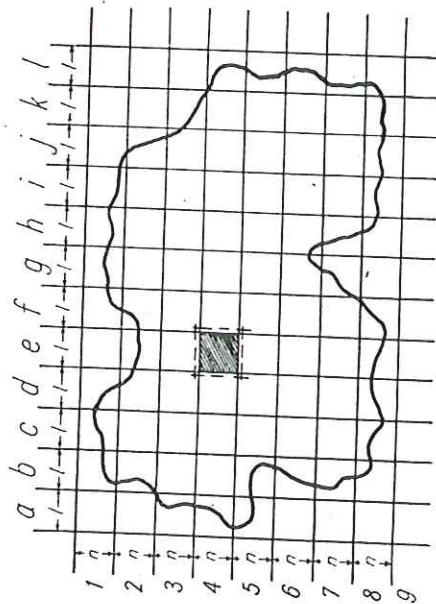
Tego rodzaju fotografia oddaje ogromne usługi w czasie remontów, rekonstrukcji budowli zabytkowych, dzieł sztuki i innych przedmiotów wielkiej wartości. Fotografuje się obiekt przed remontem, a potem mając wierny obraz danego obiektu na fotografii, można odtworzyć i zrekonstruować na nowo jego uszkodzone w czasie pracy szczegóły.

Z powodzeniem można również ten rodzaj fotografii stosować do stwierdzenia zużycia się lub starzenia się powierzchni bardzo wielu różnych eksponatów, fotografując je co pewien czas i porównując powstałe różnice itp.

W tym ostatnim przypadku wiele będzie miała do powiedzenia w niedalekiej przyszłości barwna fotografia panoramowa.



Rys. 15. Teren z naniesioną siatką podziału na prostokąty



Rys. 16. Teren z naniesioną siatką podziału na kwadraty

Siatka podziału terenu, jak to pokazują rys. 13, 14, 15 i 16, jest ponumerowana liczbami i opisana literami, tak że pasy równoległe w jednym kierunku są oznaczone kolejnymi liczbami, a prostopadłe do nich pasy małymi literami alfabetu łacińskiego. W ten sposób każde pole prostokąta lub kwadratu w ogólnej ramce można zapisać jako przecięcie się jakiegoś pasa poziomego z odpowiednim pasem do niego prostopadłym. Przyjmujemy za-

sądę, że będziemy zapisywać przy oznaczeniach na pierwszym miejscu zawsze liczbę, a na drugim literę, np.: 1a, 1b, 1c, 1d... 2a, 2b, 2c, 2d... itd. Każdy z tych symboli jednoznacznie określa odpowiedni prostokąt lub kwadrat, przy czym liczba oznacza pas poziomy.

Na rys. 17 symbol 4e oznacza pole sfotografowane, które zostało jeszcze dla lepszego uwidocznienia zakreskowane. Linia przerywana dookoła zakreskowanego pola oznacza, że taki właśnie teren pokrywa klisza wraz z pasami marginesowymi.

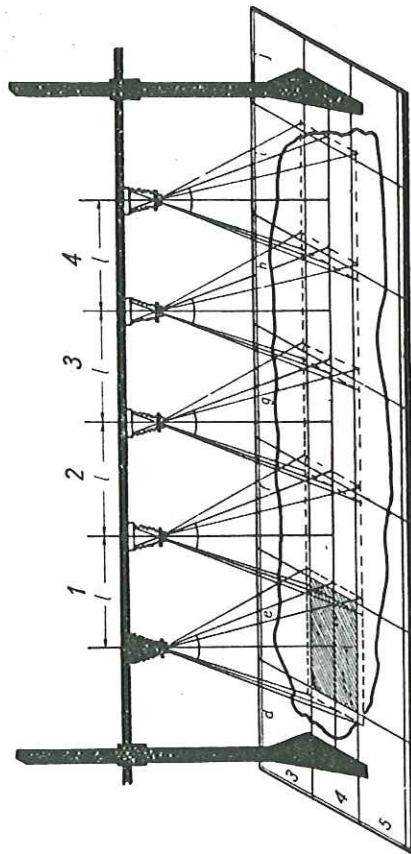
Powierzchnia zakreskowana może jeszcze oznaczać, że tak powinna być obcięta odbitka, aby dokładnie pasowała przy sklejaniu stykowym odbitek.

Dla ułatwienia i zmechanizowania sobie pracy należy do tego rodzaju zdjęć skonstruować specjalny rodzaj statywu, którego szkic pokazany jest na rys. 17.

Należy zaznaczyć, że duża pomysłowość w organizowaniu i urządzaniu sobie warunków pracy znacznie ją ułatwia i przede wszystkim od inteligentnego podjęcia i właściwej inicjatywy wykonawcy w pierwszym rzędzie zależy dokładność pracy.

Po zrobieniu siatki ustalimy skalę, w jakiej zdjęcia mają być wykonane; w tym celu określamy odległość z jakiej będziemy fotografować.

Najpierw ustalimy wysokość poprzeczki naszego statywu.



Rys. 17. Model statywu do fotografowania panoramowego płaskzyny poziomej

Poprzeczka musi być pozioma i dla całej serii zdjęć zawsze na tej samej wysokości, by aparat poruszał się w płaszczyźnie równoległej do fotografowanego terenu, jeśli jest nim płaszczyzna.

Jedną z najważniejszych następnie czynności jest ustalenie wielkości boków siatki podziału, które oznaczyliśmy na rys. 16 i 17 literami *l* i *n*. Wielkości te otrzymujemy w ten sposób, że po ustaleniu skali i nastawieniu aparatu na ostrość, przeciągamy tak sznurki w fotografowanym terenie, że obrazy odpowiednich sznurków pokrywają się dokładnie z czerwonymi liniami prostokąta lub kwadratu marginesowego na matówce aparatu. Mierzymy teraz w terenie długości wyznaczonych sznurkiem boków prostokąta lub kwadratu i według tak otrzymanych liczbowych danych tworzymy siatkę podziału na całym terenie.

Pamiętamy, że w czasie fotografowania ostrość, wielkość diafragmy i czas ekspozycji dla całej serii zdjęć muszą być takie same. Każde poszczególne zdjęcie wykonujemy tak: aparat na statywie przyjmuje położenie takie, że odpowiedni prostokąt lub kwadrat siatki podziału w terenie pokryje się z odpowiednimi czerwonymi liniami marginesowymi na matówce. Wtedy można wykonać zdjęcie danej powierzchni (patrz rysunek 17).

W dalszym etapie pracy już laboratoryjnej docięte i odpowiednio ponumerowane odbitki naklejamy na karton, na który uprzednio został naniesiony ołówkiem rysunek siatki formatów tych odbitek, zgodny z wymiarami ramki marginesowej matówki. Poszczególne odbitki wklejamy we właściwe prostokąty lub kwadraty, przy czym zwracamy baczna uwagę na to, ażeby odbitki były ze sobą spasowane i sklejone właściwymi brzegami. Jest to ważne zwłaszcza przy formatach kwadratowych.

Podłoże, na które naklejamy odbitki, powinno być raczej białe, a użyte kleje powinny być bezbarwne, białe lub przezroczyste, aby nie pozostawiały widocznych śladów.

Im dokładniej narysujemy na podłożu siatkę podziału i dokładniej sklejmy docięte zdjęcia, tym fotografia panoramowa będzie poprawniej wykonana.

Gdyby jednak mimo najstaranniejszego sklejenia w całości wynikły pewne niedokładności w postaci wąskich szparek pomiędzy poszczególnymi odbitkami lub na brzegach odbitek widoczne

były zadrapania czy inne drobne uszkodzenia mechaniczne, wtedy należy przeprowadzić ostrożny i umiejętny retusz wszystkich tych uszkodzeń.

Można przy tego rodzaju fotografii panoramowej sklejać ze sobą poszczególne elementy odbitek fotograficznych na zakładkę, ale należy to robić bardzo umiejętnie z zachowaniem jak największej dokładności przy dopasowaniu ze sobą właściwych szczegółów.

Więcej informacji, dotyczących pracy laboratoryjnej, znajdzie czytelnik w rozdziale, traktującym o pracach laboratoryjnych.

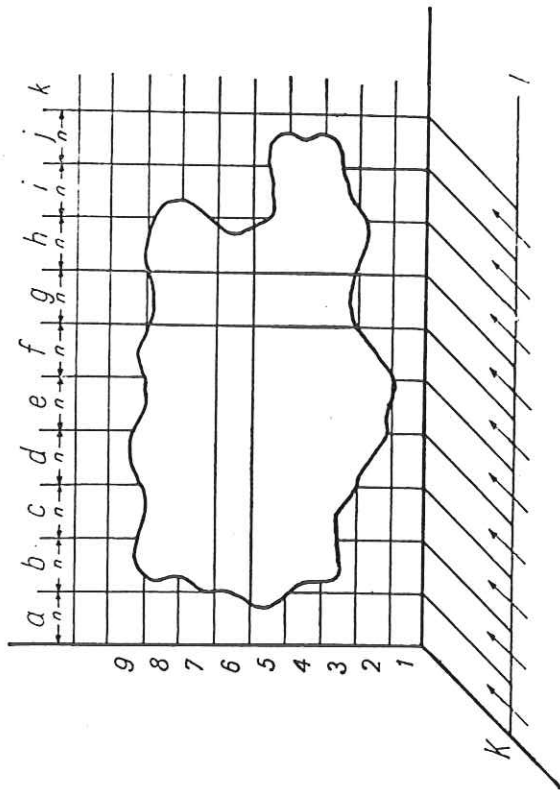
§ 7. Zdjęcia płaskich powierzchni pionowych wykonane metodą posuwową (posuw odbywa się po liniach prostych)

W wielu wypadkach obiekt fotografii panoramowej ma powierzchni płaskie ustawione pionowo. Sposób fotografowania będzie zbliżony do fotografowania motywów poziomo ułożonych, o czym była mowa w paragrafie poprzedzającym.

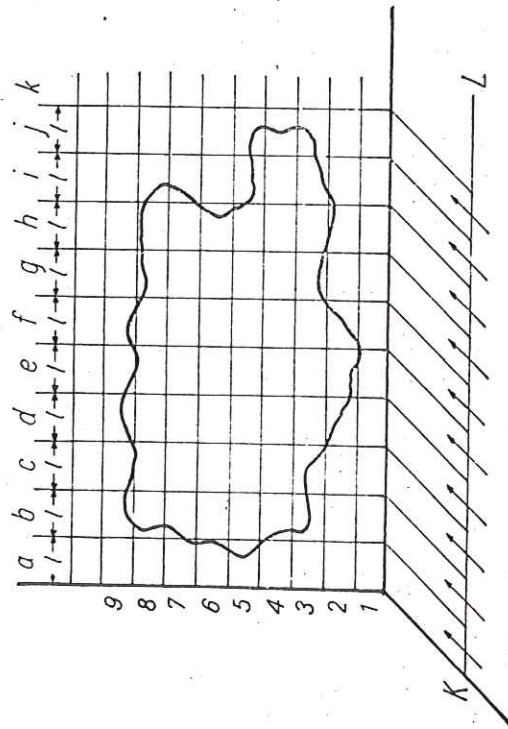
Można i w tym wypadku użyć takiego samego statywu, tylko że tym razem położenie aparatu fotograficznego będzie nieco inne: oś optyczna obiektywu poprzednio prostopadła teraz będzie równoległa do poziomu. Matówka zajmie więc położenie równoległe do płaszczyzny fotografowanej i prostopadłe do poziomej podstawy aparatu.

Tok pracy jest mniej więcej ten sam jak poprzednio.

Ustalamy najpierw skalę zdjęcia mierząc odległość aparatu od motywu fotografowanego. Ramię statywu, po którym ma się przesuwać aparat, musi być równoległe do płaszczyzny fotografowanego motywu. Ustawiamy aparat na ostrość. Sporządzamy następnie pomocniczą siatkę podziału, zamykając motyw w prostokąt czy kwadrat i dzieląc go na mniejsze pola kwadratowe lub prostokątne. Siatkę podziału robimy w ten sposób, że do równej i nie wyginającej się listwy drewnianej, poziomo umieszczonej nad motywek, przymocowujemy w równych odstępach obciążone ciężarkami na końcach sznurki, które będą tworzyły linie pionowe siatki podziału. Linie poziome otrzymamy przez naciągnięcie sznurków między listwami pionowymi.



Rys. 18 a. Motyw pionowy jako obiekt do fotografowania na matowce o formacie prostokątnym



Rys. 18 b. Motyw pionowy z naniesioną siatką podziału na prostokąty

Można siatkę podziału wykonać i w inny sposób, np. można zbudować z listew prostokątną ramę, która obejmie fotografowaną powierzchnię, i na niej napiąć ze sznurków siatkę podziału, po czym całą ramę nałożyć na fotografowaną powierzchnię.

Rys. 18 a i 18 b przedstawiają pionową siatkę podziału.

Linia KL na poprzednich rysunkach jest linią położenia statywu i jest jednocześnie rzutem prostopadłym poprzeczki statywu na podstawę.

Strzałki przecinające prostą KL w połowach odpowiednich odcinków oznaczają kierunek, w którym odbywa się zdjęcie motywu.

Po zrobieniu kolejnych zdjęć pasa 1a, 1b, 1c...1j, poprzeczne ramie statywu podnosimy o pewną określoną wysokość. Sprawdzamy, czy sznurki, wyznaczające odpowiednie prostokąty siatki podziału, pokrywają się z czerwonymi liniami marginesowymi matówki na całej przestrzeni pasa 2a, 2b, 2c...2j i przystępujemy do wykonywania następnego szeregu zdjęć. Postępujemy analogicznie fotografując pas 3, 4 itd.

Pomocnicza siatka podziału musi być tak urządzona i umocowana, ażeby sznurki do wyznaczania odpowiednich prostokątów zlizowane i naciągane ponownie zawsze jednak dzieliły powierzchnię fotografowanego terenu w tych samych miejscach.

Klische i odbitki numerujemy w sposób opisany w poprzednim paragrafie.

Podobnie również przebiegają prace laboratoryjne.

§ 8. Zdjęcia-rozwinięcia obrazu powierzchni walcowych wykonane metodą posuwową (posuw odbywa się po liniach krzywych)

Fotografia-plan powierzchni walcowej powinna przedstawiać dokładny obraz rozwinięcia powierzchni tego walca bez jakichkolwiek skrótów perspektywicznych. Mamy na przykład sfotografować obraz namalowany naokoło na całej powierzchni kołumny. Takiego obrazu nie jesteśmy oczywiście w stanie wykonać za pomocą pojedynczej ekspozycji, ani też za pomocą dwóch lub trzech kolejnych zdjęć z różnych jego stron. Jednak intuicja mówi nam natychmiast, że należałoby wykonać znacznie więcej



zdjęć i nie było jak, ale w sposób specjalny, według pewnej metody.

Przy normalnym sfotografowaniu walca, którego oś jest równoległa do powierzchni matówki, otrzymamy na zdjęciu tylko pewien pas powierzchni, praktycznie zresztą biorąc bardzo wąski, gdzie obraz nie będzie miał skrótów perspektywicznych i można go będzie w przybliżeniu uważać za plan (teoretycznie szerokość tego pasa jest równa zeru). Obrazy pozostałych miejsc powierzchni walca będą miały stale zmieniające się i zawiłe skróty perspektywiczne. Aby przy fotografowaniu otrzymać jak najmniejsze skróty perspektywiczne, należy walec sfotografować odpowiednio co najmniej z kilkunastu stron.

Dla mniej dokładnych prac wystarczy wykonać 10 lub 12 różnych zdjęć z 10 lub 12 różnych pozycji, nie dowolnie wybranych, lecz ściśle oznaczonych. Przy pracach bardziej dokładnych należy walec sfotografować z 16 różnych stron, a przy pracach już bardzo dokładnych poleca się sfotografować z 24 różnych stron.

Podział koła na 12, 16 lub 24 części daje się łatwo geometrycznie wykonać przy pomocy cyrkiela i liniału i dlatego te liczby podziału się zaleca.

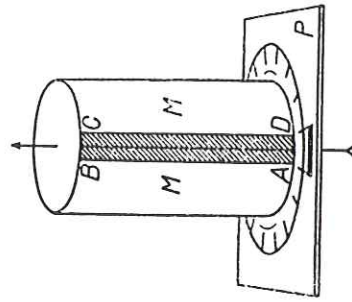
Jeżeli sfotografowany walec można poruszać bez uszkodzenia go, jeżeli jest np. niezbyt wielkich rozmiarów, wówczas na kwadratowym lub prostokątnym arkuszu tektury bądź dykty rysujemy dwa koła współśrodkowe. Jedno określamy promieniem równym promieniowi sfotografowanego walca, drugie promieniem większym od poprzedniego o jakieś 5 do 10 cm. Większe koło dzielimy na 12, 16 czy 24 odcinki, zaznaczając podział punktami, przez które prowadzimy w kierunku środka odcinki długości około 2—3 cm.

Wycinamy następnie koło o większej średnicy. W środku wyciętego krążka wbijamy sztyft lub gwóźdź i za pomocą niego przybijamy ten krążek do jakiegoś płaskiego podłoża. Sztyft służy za oś obrotu tego krążka.

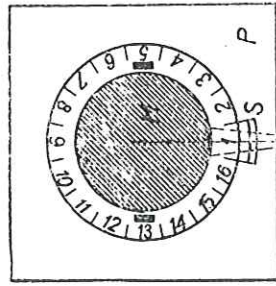
Na podłożu przy krawędzi krążka rysujemy przedłużenie dwóch sąsiadujących ze sobą kresek podziału koła, jak to pokazują rys. 19 a i 19 b.

Fotografowany walec ustawiamy współśrodkowo w mniejszym krążku. Przez cały czas fotografowania pozostaje on stale nieporuszony w zajmowanym miejscu.

Aparat fotograficzny ustawiamy odpowiednio we właściwym miejscu, ustalamy skalę zdjęcia, następnie ustalamy wielkość diafragmy i czas ekspozycji. Po wykonaniu pierwszego zdjęcia obracamy krążek dookoła osi tak, żeby dwie następne sąsiadujące ze sobą kreski podziału koła utworzyły z dwiema kreskami narysowanymi na podłożu linie proste. Krążek został obrócony o żądany kąt obrotu i jest gotów do następnego zdjęcia.



Rys. 19 a. Pas powierzchni MM do fotografowania panoramowego metodą pokrętną

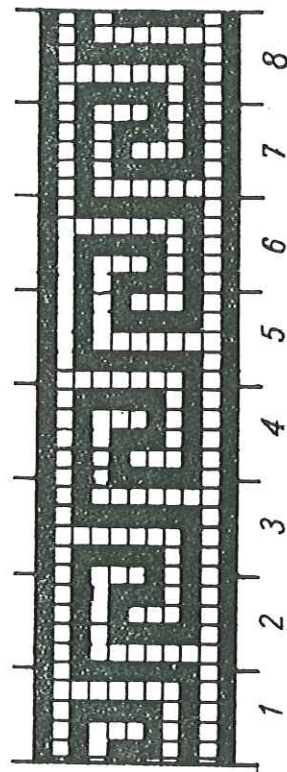
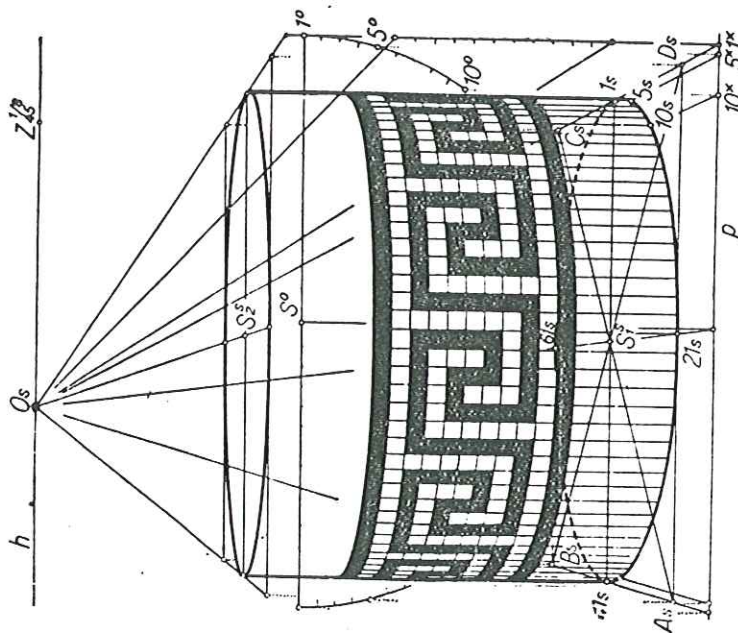


Rys. 19 b. Widok walca MM z góry wraz z podstawą obrotową do fotografowania

Mozna by jeszcze opracować sposób przystania tych miejsc walca, które nie powinny być sfotografowane, żeby sfotografować na przykład tylko pas ABCD, jak to pokazuje rys. 19 a. Takiego przystąpienia można dokonać w odpowiedni sposób na modelu albo na matówce, tym samym i na kliszy, za pomocą wkładek, jak to pokazuje rys. 58 i 59.

Jeżeli linie przystania są bardzo dokładne, to mogą one służyć również za linie, według których będziemy później docinali odbitki fotograficzne przy sklejanii ich w jedną całość.

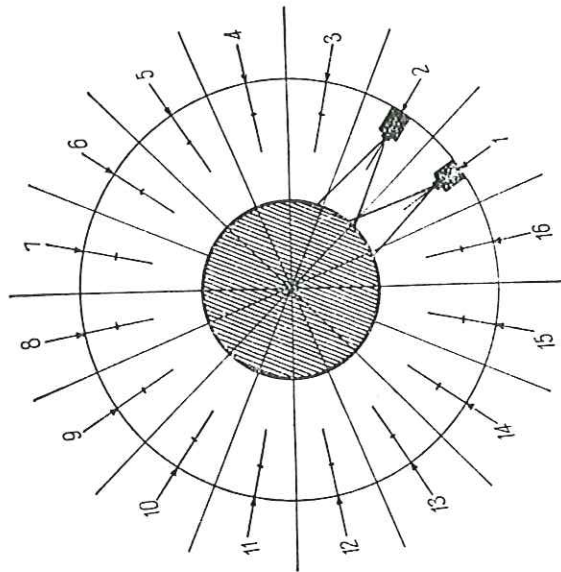
Wykonujący takie zdjęcia w miarę technicznych możliwości i własnych pomysłów musi rozwiązywać sam wiele różnych drobnych szczegółów w postępowaniu i metodzie pracy, gdyż prawie zawsze spotka się z nieprzewidzianymi trudnościami.



Rys. 19 c. Widok skrótów perspektywicznych rysunku na walcu i obok rozwinięcie fotograficzne tego rysunku bez skrótów

W wypadkach gdy fotografowane walce są nieruchome (np. kolumny gmachu) lub gdy z różnych powodów nie można brył tych poruszać z miejsca na miejsce, wówczas stosujemy całkiem inną metodę pracy.

Ustalamy najpierw skalę zdjęcia przez ustawienie aparatu na ostrość w odpowiedniej i właściwej odległości od fotografowanego motywu, przy tym oś optyczna obiektywu musi przechodzić przez środek geometryczny przekroju poziomego tego walca (patrz rys. 20). Tak określone miejsce do zdjęć wyznacza pewien punkt okręgu, po którym należy się poruszać z aparatem fotograficznym, aby można było z poszczególnych punktów tego okręgu sfotografować całą powierzchnię walca.



Rys. 20. Położenie aparatu fotograficznego w czasie zdjęć obrazu powierzchni zewnętrznej walca nieruchomego

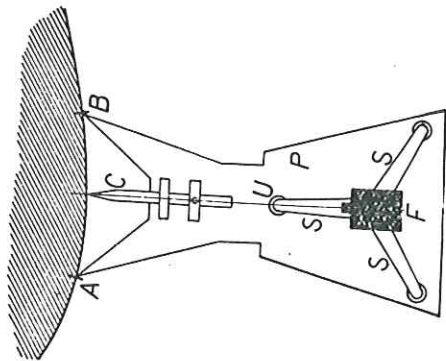
Wykreślenie takiego okręgu jest nieraz praktycznie w różnych warunkach dość trudne. Aby aparat mógł się dokładnie poruszać po takim okręgu, mimo że go nie wykreślamy, zastosujemy odpowiednie urządzenie.

Najpierw dokładną miarą taśmową zmierzmy obwód fotografowanego walca. Następnie obwód ten podzielimy na pewną ilość części (12, 16 lub 24), zaznaczając punkty podziału np. kredą na samym walcu u jego podstawy, jeśli jest to możliwe, lub też na podstawie, na której walec się znajduje. Punkty podziału oznaczmy kolejnymi liczbami zgodnie z obranym kierunkiem (rys. 20).

Z kolei statyw aparatu fotograficznego przymocujemy na stałe do odpowiednio urządzonej konstrukcji płaskiej tak, by przez cały czas pracy stanowił z nią układ sztywny.

Pomocniczą konstrukcję płaską robimy z grubej dykty jak na rys. 21. Szerokość rozstawu wierzchołków *A* i *B* tej konstrukcji musi być mniejsza od promienia fotografowanego walca, a najlepiej, gdy jest ściśle równa długości jednostki podziału obwodu walca na ustaloną przedtem ilość części (na rys. 20 podział wynosi 16). Konstrukcja pomocnicza musi mieć takie rozmiary, aby aparat fotograficzny wraz ze statywem dał się na niej przymocować w określonej już przedtem odległości od kolumny, gdy ona sama końcami swymi *A* i *B* przystaje do fotografowanej kolumny w punktach 1 i 2. Konstrukcja pomocnicza musi się dawać łatwo przesuwać z miejsc na inne miejsce tak, aby raz ustawiony na niej statyw i aparat fotograficzny nie uległy żadnym przesunięciom, ani skręceniom.

W czasie pierwszego zdjęcia wierzchołki ostre *A* i *B* konstrukcji pomocniczej dokładnie przystawiamy odpowiednio do punktów podziału 1 i 2 u podstawy kolumny. Następnie za pomocą urządzenia ruchomego *C* (patrz rys. 21) wyznaczamy środek pomiędzy punktami *A* i *B* (co jest równoznaczne ze środkiem pomiędzy punktami 1 i 2 podziału). Z określonego



Rys. 21. Pomocnicza konstrukcja płaska do prawidłowego wykonywania zdjęć zewnętrznej powierzchni walca nieruchomego

uprzednio środka na fotografowanej kolumnie opuszczamy pion (obciążony na końcu sznurek). Korygujemy następnie położenie i ustawienie aparatu fotograficznego na statywie tak, aby obraz pionu, widziany na matówce, przechodził dokładnie przez środki matówki, który — jak wiemy — leży na przecięciu się przekątnych matówki. Sprawdzamy ostrość, dobieramy odpowiednią diafragmę i ustalamy czas ekspozycji.

Teraz możemy przystąpić do zrobienia pierwszego zdjęcia.

Przed wykonaniem następnego zdjęcia konstrukcję pomocniczą wraz z aparatem przesuujemy tak, aby wierzchołki ostre *A* i *B* dokładnie pokrywały się z zaznaczonymi punktami podziału kolumny 2 i 3. Po sprawdzeniu, czy aparat fotograficzny jest przygotowany, możemy wykonać następne zdjęcie, a potem dalsze.

Raz ustalona ostrość i zadiafragmowanie pozostają nie zmieniane przez cały czas naszej pracy. W czasie zdjęć kontrolujemy stale, czy aparat nie został przypadkiem wytrącony z pierwotnego położenia.

Rys. 20 pokazuje schematycznie, jak kolejno powinien się posuwać aparat fotograficzny po okręgu od jednego do drugiego stanowiska.

Aby wyczerpać poruszany temat, należy zająć się również zagadnieniem tym od strony rachunku matematycznego.

Przy podziale obwodu walca na 12 części i wpisaniu do niego dwunastoboku foremnego okazuje się, że stosunek obwodu dwunastoboku do obwodu walca wynosi $\frac{6,21166}{6,28319} \approx 0,9887$.

W rozważaniach teoretycznych obwód dwunastoboku odpowiadałby właśnie długości otrzymanego rozwinięcia fotografowanego obrazu powierzchni walca przy 12-krotnym fotografowaniu go z różnych jego stron. Otrzymałaby więc powyżej wielkość określonej, że nasze fotograficzne rozwinięcie obrazu powierzchni walca stanowi 98,87% właściwej długości rozwinięcia walca, a więc jest krótsze o 1,13% od długości właściwej, której nie potrafiliśmy otrzymać.

Przy podziale obwodu walca na 16 części podobny stosunek wynosi: $\frac{6,24288}{6,28319} \approx 0,9936$, czyli obraz fotograficzny rozwinięcia

walca będzie stanowił 99,36% właściwej długości walca. Strata na długości wyniesie 0,64%.

Przy podziale obwodu walca na 24 części podobny stosunek wynosi: $\frac{6,26544}{6,28319} \approx 0,9972$, co stanowi 99,72% właściwej długości rozwinięcia walca. Rozwinięcie fotograficzne walca jest krótsze od właściwego obwodu o $\frac{1}{350}$ część całego obwodu. W najbardziej dokładnych pracach technicznych wynik ten powinien nas zachwolić i należy uważać go praktycznie za zupełnie dokładny.

Przy podziale koła na 32 części odpowiedni stosunek wynosi 0,998423, a przy podziale koła na 120 części należy uważać, że praktycznie obwód otrzymany jest równy obwodowi koła niemal z mikroskopową dokładnością.

W praktyce zdjęć z tak wielką dokładnością nie wykonujemy, gdyż z różnych powodów natury technicznej jest ona nieosiągalna, o czym niebawem się przekonamy.

Jeżeli zachodzi wypadek, że musimy pewien rodzaj zdjęć wykonać z najwyższą osiągalną dokładnością, wówczas zdjęcia należy wykonywać na kliszach szklanych i to czasami specjalnych, by nie podlegały one skurczom podłoża przy obróbce chemicznej, czego nie możemy powiadzić o podłożu w błonach fotograficznych.

Należy również czytelnikowi zwrócić uwagę, że przy robieniu odbitek musimy się liczyć ze skurczem papieru, nierównomiernym w obu kierunkach wzdłuż brzegów. Przy suszeniu odbitek na blachach współczynnik skurczu papieru jest inny niż przy suszeniu odbitek w normalnych warunkach atmosferycznych. Współczynnik skurczu bywają różne dla różnych gatunków papieru.

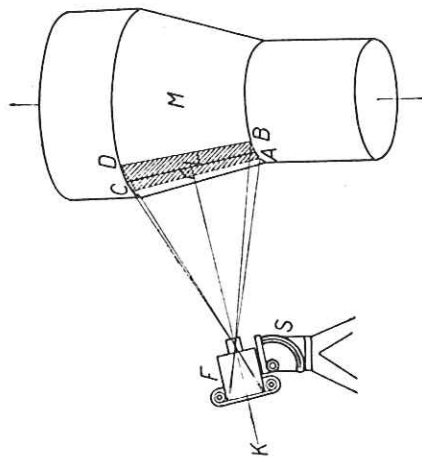
Często mogą zajść wypadki, że należy sfotografować wewnętrzną powierzchnię pustego wewnątrz walca i zrobić z niej obraz raz rozwinięcia fotograficznego. W takich wypadkach postępujemy analogicznie jak poprzednio, chyba że specjalne warunki wymagają innego sposobu technicznego rozwiązania zagadnienia. Aparat fotograficzny ustawiamy w środku geometrycznym krzywizny wewnętrznej powierzchni tego walca i z tego właśnie miejsca fotografujemy metodą pokrętną, a nie posuwową.

Dla otrzymania właściwej skali zdjęć należałoby zastosować w takich wypadkach obiektywy wymienne o właściwych długościach ogniskowych. Możemy również stosować i teleobiektywy.

§ 9. Zdjęcia-rozwinięcia obrazu powierzchni stożkowych i innych typu obrotowego wykonane metodą posuwową (posuw odbywa się po liniach krzywych)

W zupełnie prawie podobny sposób jak poprzednio należy postępować przy fotografowaniu obrotowych powierzchni stożkowych.

Jeżeli bryła fotografowana da się przemieszczać z miejsca na miejsce, możemy umieścić ją na odpowiedniej podstawie, jak to robiliśmy przy fotografowaniu walca (rys. 18 i 19). Przy tego rodzaju zdjęciach aparat fotograficzny musi zająć na statywie taką pozycję, żeby obiektyw swą osią optyczną KL (rys. 22) był wzniesiony o pewien kąt ponad horyzont lub pochylony poniżej horyzontu, ale zawsze tak, żeby oś optyczna obiektywu KL była prostopadła do linii tworzącej stożka i przebiegała ją w połowie wysokości sfotografowanego wycinka obrotowego.



Trapez ABCD (rys. 22)

jest tą częścią powierzchni stożka ściętego, której obraz ma być sfotografowany, skopiowany, przycięty do właściwego formatu i sklejony wraz z innymi podobnymi co do kształtu trapezami. Rys. 23a przedstawia sposób sklejenia poszczególnych odbitek fotograficznych przedstawiających segmenty obrazu powierzchni stożka ściętego. Poszczególne odbitki w kształcie niezupełnie prawidłowych trapezów 1, 2, 3... 7, 8... naklejamy kolejno na karton z niesioną nań uprzednio pomocniczą siatką podziału.

W wypadku, kiedy model jest bryłą nieruchoma, postępujemy podobnie, jak to czyniliśmy poprzednio przy fotografowaniu nieruchomego walca. Stosujemy konstrukcję pomocniczą w postaci poziomej przesuwanej podstawy, na której sztywno umocowujemy

Rys. 22. Fotografowanie obrazu-rozwinięcia powierzchni stożka ściętego

statyw z aparatem, podobnie jak to widzieliśmy na rysunkach 20 i 21.

Przy tego rodzaju pracach nietypowych jest daleko więcej nieprzewidzianych trudności do pokonania, które należy umieć rozwiązać. Spotykamy bryły obrotowe, które nie są walcami ani też stożkami, np. wazy, wazony, sklepienia kopuły itp. Każdą taką bryłę można by w wyobraźni przeciąć prostopadłe do jej osi obrotu szeregiem równoległych płaszczyzn i każdy z otrzymanych przekrojów uważać w przybliżeniu bądź to za walec, bądź za stożek ścięty i odpowiednio fotografować. Zestawy sklejonych odbitek fotograficznych otrzymanych jako obrazy powierzchni poszczególnych walców i stożków, będących z kolei częściami składowymi całkowitej powierzchni danej bryły, możemy w odpowiedni sposób ponaklejać na kartonie i otrzymamy w ten sposób obraz **rozwinęcia powierzchni** danej bryły.

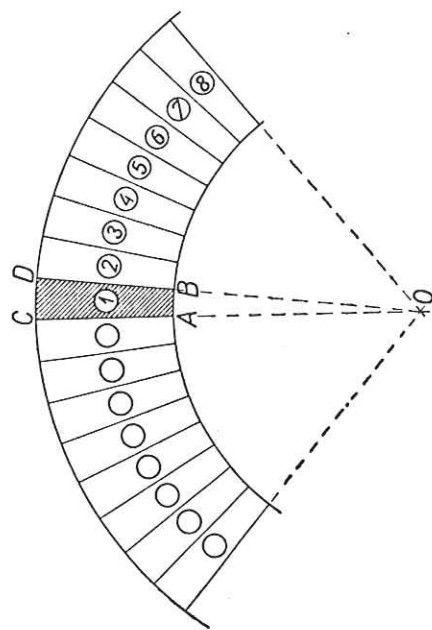
Można by również w celu otrzymania bardziej plastycznego obrazu tej bryły sporządzić np. z drewna w skali odpowiadającej skali naszych fotografii odpowiedni model tej bryły i na powierzchni tego modelu poprzyklejać zestawy naszych fotografii.

Otrzymany tak wynik naszej pracy byłby w takim stosunku do fotografowanej bryły, jak globus szkolny do naszego globu, którego jest **obrazem-planem**.

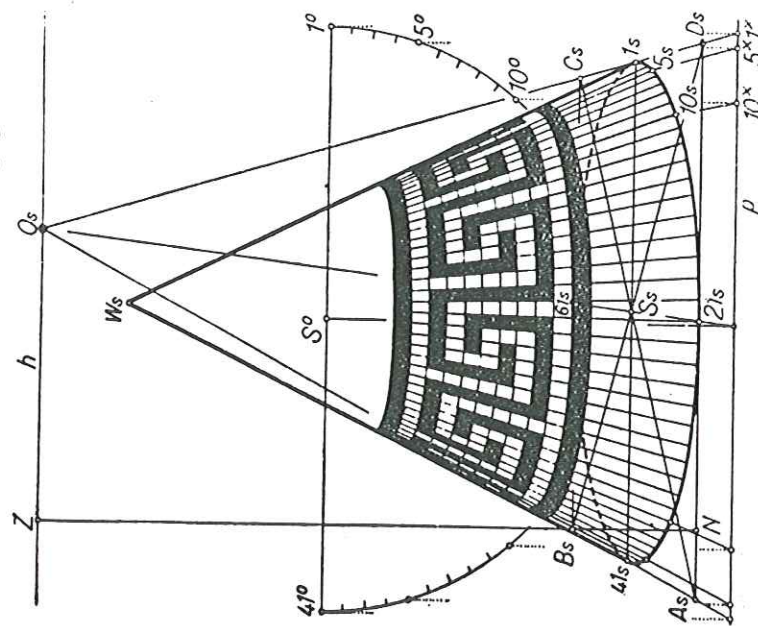
Powierzchnie walców i stożków, jak wiemy z geometrii, dają się rozwijać. Nie posiadają tej własności wszystkie te bryły obrotowe, których tworzącymi są linie krzywe, np. wazony, dzbanki, czaszki itp. Rozwijanie takich brył jest daleko bardziej kłopotliwe niż stożka i walca.

Poprzednio mówiliśmy, że w wyobraźni przecinamy taką bryłę płaszczyznami równoległymi między sobą i jednocześnie prostopadłymi do osi obrotu bryły. Nie określiliśmy jednak wtedy, w jakiej odległości od siebie mają być te płaszczyzny sieczne.

Otóż okazuje się, że odległości ich mogą być bardzo różne i że zależy to od tego, na jakie łuki i o jakiej krzywiznie, płaszczyzny te potną linię tworzącą tej bryły. Długości łuków muszą być takie, żeby długość odcinka łączącego dwa końce każdego łuku tak się miała do długości strzałki tego łuku, jak 1 : 20 lub nawet nieco mniej. Dokładniej jest to omówione w następnym rozdziale, tu



Rys. 23 a. Sposób sklejania poszczególnych segmentów fotografii powierzchni obrazu stożka ściętego



Rys. 23 b. Skróty perspektywiczne obrazu na powierzchni stożka

doładamy tylko, że dla powierzchni fotografowanych musi być zachowany stosunek $\frac{1}{20}$ dla każdego łuku tej powierzchni, którego obraz znajduje się na poszczególnej odbicie fotograficznej.

Niezależnie od przyjętej metody pracy należy stosować się do następujących zasad ogólnych, które są wspólne dla wszystkich wypadków w fotografii panoramowej przy fotografowaniu powierzchni, nie będących walcami ani stożkami:

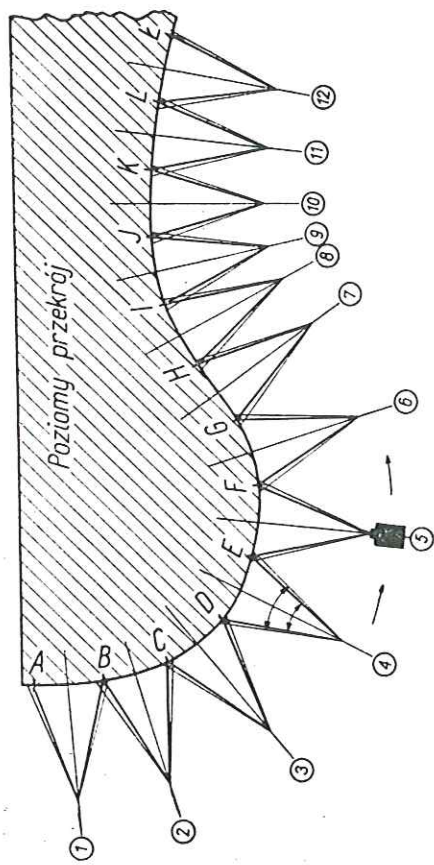
- a) skala wszystkich poszczególnych zdjęć musi być zawsze ta sama dla całej powierzchni fotografowanej bryły,
- b) odległość aparatu od fotografowanego modelu możliwie największa,
- c) im krzywizna powierzchni większa, tym mniejsze pole wycinka tej powierzchni należy fotografować,
- d) oś optyczna obiektywu możliwie prostopadle ustawiona do środka pola fotografowanego wycinka lub do płaszczyzny, która przechodzi przez cztery naroża wycinka fotografowanej powierzchni.

§ 10. Zdjęcia-rozwinięcia obrazu dowolnych powierzchni nieplanskich, stycznych jednokierunkowo do linii prostej (względnie do pionu) wykonane metodą posuwową (posuw odbywa się po liniach krzywych)

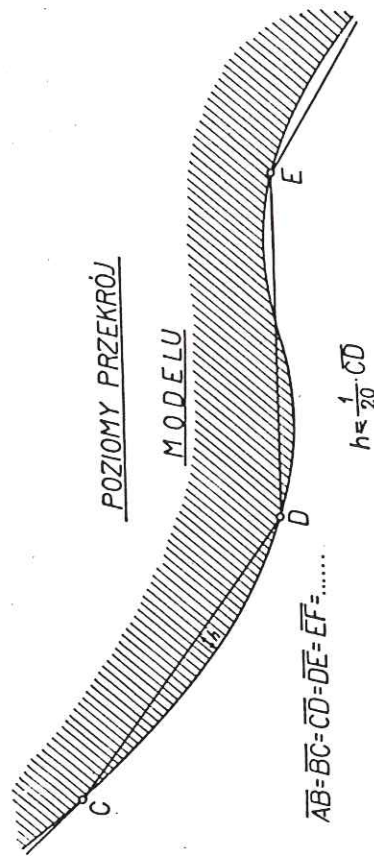
Dość skomplikowane, ale nie najtrudniejsze, są zdjęcia panoramowe powierzchni ściany pionowej takiej, której przekrojem poziomym jest linia krzywa o zmiennym promieniu krzywizny. Wypadek taki ilustrują rys. 24 i 25.

Ponieważ w tym wypadku równym długościom łuków nie zawsze odpowiadają odpowiednio równe cięciwy, nie możemy obwodu przekroju poziomego danej powierzchni dzielić na łuki o takiej samej długości tak, jak to czyniliśmy z obwodami kół przy fotografowaniu powierzchni walca. Należy tak dzielić linie obwodu poziomego przekroju na poszczególne łuki, aby wszystkie cięciwy tych łuków były równej długości.

Teoretycznie przy naszej metodzie postępowania długość linii łamanej ciągłej $ABCDE\dots$, złożonej z równych cięciw, jest zawsze krótsza od linii krzywej $ABCDE\dots$, opisującej tę łamaną.



Rys. 24. Poziomy przekrój ściany, której obraz powierzchni ma być fotografowany metodą posuwową



Rys. 25. Wyznaczanie równych cięciw na łuku krzywej $...CDE\dots$

Następujący stosunek: $\frac{\text{długość łamanej } ABCDE\dots}{\text{długość krzywej } ABCDE\dots} < 1$

odpowiada stosunkowi długości otrzymanego obrazu fotograficznego do właściwej długości tego obrazu bez skrótów fotograficznych.

Aby jednak błąd w długości rozwinięcia fotograficznego był dopuszczalny, należy wypełnić pewne warunki.

Jeżeli krzywa poziomego przekroju ściany ma stale zmie-

niające się promienie krzywizny, to odszukujemy na niej takie miejsce, gdzie krzywizna powierzchni jest największa (promień krzywizny wtedy jest najmniejszy) i dobieramy tak długi łuk w tym miejscu, żeby stosunek długości strzałki tego łuku h (patrz rys. 25) do długości cięciwy tego łuku był równy $\frac{1}{20}$ dla prac bardzo dokładnych lub $\frac{1}{10}$ dla prac o średniej dokładności.

Praktyczny pomiar długości cięciwy i strzałki można użyć skać za pomocą specjalnie skonstruowanego cyrkla trójnożnego, pokazanego na rys. 26. Długość ramion tego przyrządu zależy od wymiarów fotografowanego obiektu i może wynosić od paru centymetrów do paru nawet metrów. W obranym przez nas miejscu (najlepiej u podstawy bryły) na krzywej w miejscu największej krzywizny przystawiamy zewnętrzne nożki cyrkla do dwóch odpowiednio dobranych punktów. Jeżeli powierzchnia bryły jest wypukłością skierowaną do nas, tak jak to pokazuje rys. 27, wówczas na łuku zawartym pomiędzy nożkami cyrkla wyszukujemy taki punkt L , którego odległość od cięciwy wydaje się największa. Do punktu L dostawiamy końcem trzecią ramię i przesuwamy nożkę cyrkla, po czym usztywniamy w tym położeniu cyrkiel przez dokręcenie śruby S .

Odejmujemy cyrkiel, nie zmieniając rozchylenia jego nożek zewnętrznych ani też położenia i długości trzeciej nożki wewnętrznej i następnie końcami nożek zewnętrznych dostawiamy cyrkiel do liniału, jak to pokazuje rys. 28. Z punktu L (koniec położenia nożki wewnętrznej) opuszczamy do liniału prostą prostopadłą $KL = h$ i mierzymy długość KL . Następnie mierzymy długość cięciwy AB . Obliczamy stosunek $\frac{KL}{AB}$, który jest równy stosunkowi $\frac{h}{AB}$ (rys. 28).

Jeżeli się okaże, że otrzymany stosunek jest równy $\frac{1}{20}$ lub

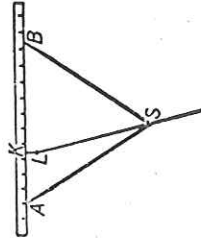
$\frac{1}{10}$ (zależnie od tego, z jaką dokładnością wykonujemy pracę), wówczas możemy cięciwę AB przyjąć za jednostkę podziału łuku krzywej $ABCDE...$ na poszczególne części $AB, BC, CD, DE...$, których cięciwy są sobie równe.

W następstwie tego podziału na krzywej $ABCDE...$ przy po-

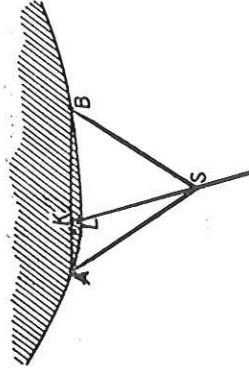
mocy cyrkla otrzymujemy szereg punktów podziału: $A, B, C, D, E...$ Otrzymane punkty zaznaczamy kredą lub w inny jakiś sposób, np. ołówkiem dermatograficznym, który się łatwo ściera.

Czynność fotografowania odbywa się już w sposób analogiczny, jak dla nieruchomego walca.

W wypadku, gdy fotografowana powierzchnia jest wklęsła



Rys. 27. Mierzenie stosunku $\frac{AB}{KL} = 1/20$



Rys. 26. Cyrkiel trójnożny do wyznaczania krzywizny linii krzywych

Rys. 28. Mierzenie krzywizny

względem nas, wówczas na łuku zawartym pomiędzy zewnętrznymi nożkami cyrkla również wyszukujemy taki punkt L (rys. 29), którego odległość od cięciwy tego łuku wydaje się być największa.

Do końców nożek zewnętrznych cyrkla możemy dostawić liniał i zmierzyć wielkość $KL = h$, jak poprzednio, albo też końce

nózek możemy połączyć naciągniętym sznurkiem, który utworzy nam cięciwę, i mierzymy wielkość $KL = h$ oraz długość cięciwy AB .

Jeżeli stosunek $\frac{h}{AB}$ odpowiada wartościom $\frac{1}{20}$ lub $\frac{1}{10}$, tak jak to już ustaliliśmy poprzednio, wówczas długość AB przyjmujemy za jednostkę podziału na poszczególne łuki krzywej $ABCDE$...

Po tych przygotowaniach ustalamy dalsze warunki pracy fotograficznej, jak skala, wielkość diafragmy, czas ekspozycji itd.

Jeżeli obiektem fotografowanym jest np. powierzchnia ściany pionowej takiej, że jej przekrojem poziomym jest linia krzywa o zmiennym promieniu krzywizny, ale prócz tego występują jako części składowe również odcinki linii prostych, wówczas te części, gdzie krzywa przechodzi w prostą, fotografujemy tak, jak to czyniliśmy przy fotografowaniu powierzchni płaskich pionowych lub poziomych.

§ 11. Zdjęcia-rozwinięcia obrazu powierzchni kuli i innych powierzchni niekształtnych wypukłych lub wklęsłych wykonane metodą posuwową (posuw odbywa się po liniach krzywych)

Bryły omawiane w poprzednim paragrafie miały tę własność, że do ich powierzchni linia prosta przystawała choć w jednym kierunku wszystkimi swoimi punktami. Taka prosta może być nazwana linią tworzącą te powierzchnie. Teraz będziemy mieli do czynienia z takimi bryłami, do których powierzchni linia prosta może być styczna teoretycznie tylko w jednym punkcie, niezależnie od kierunku przykładania jej do danej powierzchni.

Dla uproszczenia można by powiedzieć, że tworzącymi omawianych powierzchni będą linie krzywe.

Rzeczywiście tworzącą powierzchnie kuli jest półokrąg, obracający się dokoła swej średnicy jako osi. Kula jest typową bryłą obrotową, której linią tworzącą jest półokrąg.

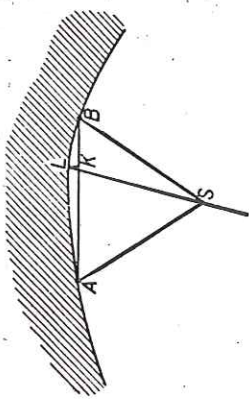
Powierzchnia kuli ma krzywiznę tego rodzaju, że powierzchnie tej nie da się rozwinąć idealnie na płaszczyznę, jak to miało miejsce z walcem i stożkiem obrotowym.

Zrobienie fotograficznego rozwinięcia obrazu powierzchni kuli jest zadaniem daleko trudniejszym niż to było przy walcu i stożku. Praktycznie zadanie to będziemy się starali rozwiązać przez sfotografowanie tak małych wycinków powierzchni kuli, że praktycznie w przybliżeniu można by je przyjąć za powierzchnie płaskie. W pracach fotograficznych, biorąc pod uwagę cały szereg czynników, jest to już wtedy możliwe, gdy weźmiemy taki wycinek powierzchni kuli o kształcie w przybliżeniu kwadratu, którego bokiem będzie $\frac{1}{24}$ część największego obwodu kuli. Mniejsza liczba podziału powoduje trudności natury technicznej przy montowaniu rozwinięcia i dopasowywaniu krzywizn. Obwód dwudziestoczerokąta foremnego wpisanego w okrąg różni się od obwodu tego okręgu o $\frac{1}{350}$ część (jak to już stwierdziliśmy przy rozwinięciach walca), a więc praktycznie można go uznać za równy obwodowi okręgu koła na nim opisanego.

W pracach fotograficznych możemy się spotkać z dwoma wypadkami rozwijania obrazu powierzchni kuli, a mianowicie kiedy należy wykonać rozwinięcie obrazu zewnętrznej jej powierzchni oraz kiedy należy wykonać rozwinięcie obrazu wewnętrznej jej powierzchni. W obu wypadkach będziemy stosowali za każdym razem inne metody pracy.

W pierwszym wypadku metody pracy zależą od tego, czy kula, którą mamy fotografować, jest bryłą ruchomą i można ją będzie poruszać, obracać o dowolny kąt, ustawić na odpowiednio przygotowanej podstawie i fotografować nieruchomym aparatem — czy też fotografowana kula jest bryłą nieruchomą i my musimy odpowiednio poruszać się z aparatem i zajmować właściwe pozycje do każdego pojedynczego zdjęcia.

Gdy kula jest bryłą ruchomą, pracę organizujemy podobnie, jak to czyniliśmy przy fotograficznym rozwinięciu obrazu powierzchni walca. Kulę umieszczamy na odpowiedniej podstawie, która pozwala ją obracać dokoła pionu, przechodzącego przez jej środek, o pożądanym kącie — w naszym wypadku 15° (gdy przyjmujemy podział obwodu kuli na dwadzieścia cztery części). Możemy uważać, że 1) powierzchnia kuli jest złożona z po-



Rys. 29. Mierzenie krzywizny wklęsłej łuki

wierzchni bocznej jednego walca, z powierzchni bocznych 10 stożków ściętych oraz z 2 powierzchni stosunkowo małych kół płaskich, albo że 2) powierzchnia kuli jest zbiorem odpowiednich wyinków uzyskanych z 12 powierzchni bocznych walców.

Patrząc na kulę jako na zbiór powierzchni jednego walca, 10 stożków ściętych i 2 powierzchni kół i dzieląc duży obwód kuli na 24 części, otrzymujemy, jak to pokazuje rys. 30: jeden walec oznaczony numerem kolejnym (7), oraz dziesięć stożków ściętych, po dwa jednakowe, oznaczone odpowiednio numerami (2, 12), (3, 11), (4, 10), (5, 9), (6, 8) i wreszcie dwie powierzchnie kół oznaczone numerami (1, 13).

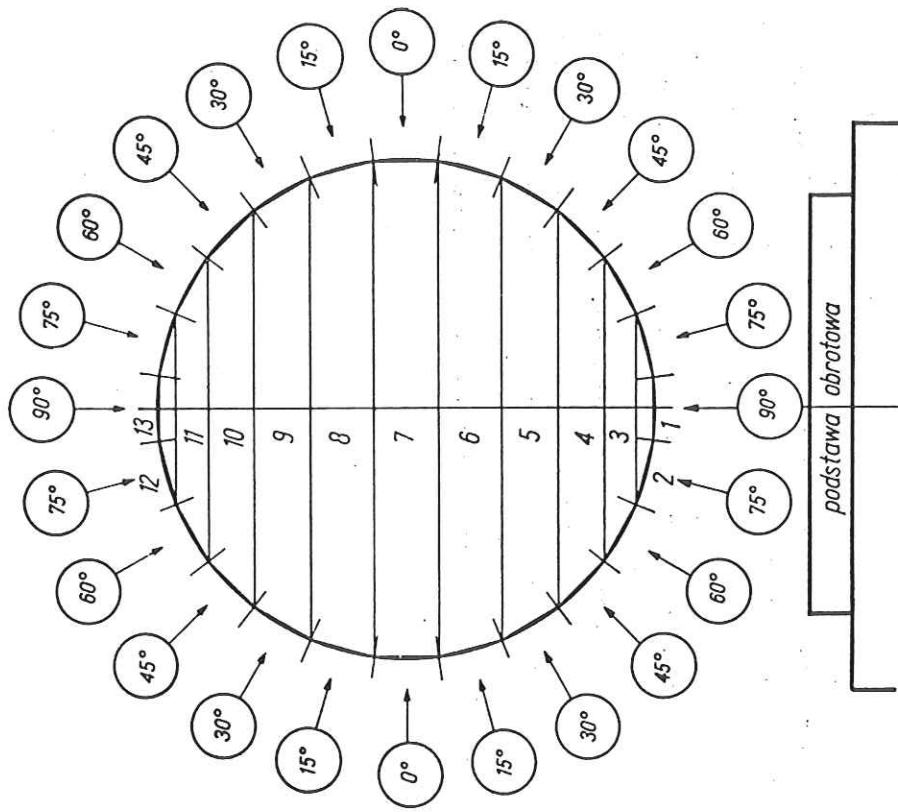
Fotografujemy najpierw obraz powierzchni bocznej walca (7). Ustawiamy aparat fotograficzny tak, aby oś obiektywu była skierowana poziomo i trafiała w połowę wysokości walca. Sprawdzamy, jak działa podstawa, czy może obrócić się dokładnie o kąt pokrepu równy 15° , określamy skalę zdjęć, zatem odległość, z jakiej będziemy wykonywali poszczególne zdjęcia najpierw walca, a potem poszczególnych stożków.

Cała praca fotograficzna musi być wykonywana zawsze z tej samej odległości obiektywu od powierzchni fotografowanej kuli. Przy fotografowaniu powierzchni bocznych stożków ściętych (6, 8) ustawiamy aparat fotograficzny tak, że za pierwszym razem dla stożka ściętego (8) oś optyczna obiektywu aparatu jest nachylona pod kątem 15° do poziomu, a za drugim razem dla stożka ściętego (6) oś optyczna obiektywu jest wzniesiona ponad poziom o kąt 15° . Rys. 30 wyjaśnia, jak te czynności należy rozumieć i wykonywać.

Przy fotografowaniu następnych segmentów powierzchni bocznych stożków należy też kąt nachylenia osi obiektywu względem poziomu albo zwiększyć, albo zmniejszyć o 15° . Oś obiektywu powinna zawsze trafiać w połowę wysokości fotografowanego stożka i być tak ustawiona, że przy stosowaniu szablonów przystających z okienkami w kształcie trapezów równoramiennych, powinna przechodzić również przez środek prostej, wystawionej ze środka większej podstawy trapezu i będącej jego wysokością.

Każdą powierzchnię boczna fotografujemy 24 razy, obracając za każdym razem o 15° dookoła osi kulę wraz z podstawą.

Powierzchnie szczytowe (1, 13) fotografujemy tylko po jednym



Rys. 30. Podział kuli na walec i stożki ścięte

razie, a później z tych odbitek wycinamy po jednym kole o określonym promieniu, który w naszym wypadku wzorcowym wynosi 13,09 mm.

Fotografując w ten sposób obraz powierzchni kuli musimy wykonać $11 \cdot 24 + 2 = 266$ oddzielnych zdjęć.

Warunki świetlne, czas ekspozycji, wielkość diafragmy, ostrość itp. należy ustalić wcześniej, najlepiej na drodze próby, bowiem, gdy już zaczniemy fotografować, żaden z wymienionych czynników nie może zasadniczo ulec zmianie.

Jeżeli fotografowany obiekt jest tego rodzaju, że fotografować go możemy aparatem małoobrazkowym, to sprawa nie przedstawia poważniejszych trudności i nie jest zbyt skomplikowana. Przy wykonaniu tej pracy aparatami większego formatu (6×9 cm, 9×12 cm) jest znacznie więcej kłopotu. Najlepiej jest jako materiał negatywowego użyć błon zwojowych. Najbardziej kłopotliwa jest praca, gdy zdjęcia musimy wykonywać na pojedynczych kliszach. Trzeba stale ładować kasety i wymieniać klisze wyeksponowane. Wszystkie klisze muszą być potem wywoływane i opracowywane stale w jednakowych warunkach.

W pracy tej należy bardzo skrupulatnie obmyślić plan wykonywania wszelkich czynności, należy starannie prowadzić numerację kolejno wykonywanych zdjęć przez umieszczenie odpowiedniej sygnatury i na błonach, i na odbitkach. Gdybyśmy to zaniedbali mieliśmybyśmy trudności w zmontowaniu fotopanoramicznego rozwinięcia obrazu powierzchni fotografowanej kuli.

Dla ułatwienia sobie pracy w czasie fotografowania i później przy fotomontażu odbitek należy wyciąć odpowiednie szablon z okienkami odpowiedniego kształtu. Szablonami tymi będziemy przysłaniać te części powierzchni kuli, które na danym zdjęciu nie powinny się znajdować, aby przez wycięte w szablonie okienko sfotografować tylko tę część powierzchni kuli, która właśnie powinna się znajdować na zdjęciu. Należy wyciąć aż sześć różnego kształtu szablonów. Dla walca okienko szablonu będzie miało w przybliżeniu kształt prostokąta zbliżonego do kwadratu. Dla ściętych stożków okienka będą miały w przybliżeniu kształty trapezów równoramiennych.

W czasie zdjęć szablon powinien być nieruchomo umieszczony przed powierzchnią kuli. Brzegami musi niemal przystawać do niej, tak jednak, by nie przeszkadzał obracać kulę. Szablon nie powinien być płaski, lecz powinien posiadać krzywiznę kuli, zwłaszcza w tych miejscach, gdzie krawędziami okienka przystaje do powierzchni kuli. Dopiero taki szablon będzie właściwie przysłaniać.

Kiedy cała praca fotograficzna zostanie ukończona, można przystąpić do kopiowania odbitek, które najlepiej jest wykonać na cienkim papierze fotograficznym, który łatwo sklejać i naklejać. Odbitki należy podcinać do właściwego formatu. Aby

otrzymać obraz rozwinięcia powierzchni kuli należy odbitki nakleić na arkuszu kartonu według schematu, pokazanego na rys. 31. Można również nakleić je na model kuli, wykonany w tej samej skali, co skala wykonywanych zdjęć.

Jeżeli mamy zamiar odbitki przykleić na karton, należy sporządzić na kartonie we właściwej skali rysunek siatki podziału i według niej ponaklejać odpowiednio odbitki. Siatkę możemy albo sami narysować, albo ją otrzymać przez sfotografowanie rys. 31 we właściwej skali. Fotografując siatki możemy przenieść na karton, na którym mamy naklejać nasz fotomontaż, kalkując ją lub nakluwając karton.

Gdy zamierzamy siatkę sporządzić sami, posługujemy się danymi liczbowymi z przytoczonej niżej tabeli, która podaje liczbowe dane dla kuli o promieniu 10 cm podzielonej na 24 części. Dane z tabeli należy pomnożyć przez odpowiedni współczynnik liczbowy, który wskazuje, ile razy promień otrzymanej po zreprodukowaniu kuli jest mniejszy lub większy od promienia $R=10$ cm, podanego w tabeli. Po pomnożeniu danych z tabeli przez ten współczynnik otrzymamy dane liczbowe, które umożliwią nam sporządzenie rysunku pomocniczej siatki.

Tabela pomocnicza do obliczenia wymiarów siatki podziału

Dane dla uzyskania rozwinięcia kuli przy podziale jej głównego obwodu na 24 równe części, gdy $R = 10$ cm	promień w mm	obwód większej podstawy w mm	$\frac{1}{24}$ część obwodu większej podstawy w mm	długość całkowitej tworzącej stożka $l=r$ wyc. koła w mm
duże koło kuli	100,00	628,32	26,18	—
walec (7)	99,15	622,90	25,95	—
	99,15	622,90	25,95	383,10
	92,38	580,40	24,27	184,70
	79,34	498,50	20,77	112,20
	60,87	382,30	15,93	70,29
	38,26	240,40	10,00	39,62
	13,05	81,98	3,42	13,05
stożki ścięte (większe promienie)				
(6 i 8)				
(5 i 9)				
(4 i 10)				
(3 i 11)				
(2 i 12)				
(1 i 13)				

Pomocniczą siatkę wykreśliamy w sposób następujący:

Najpierw kreślimy prostokąt o podstawie 622,90 mm i wysokości 26,18 mm. Podstawę prostokąta dzielimy na 24 równe części i prowadząc przez punkty podziału prostopadłe otrzymujemy 24 małe prostokąty, których podstawy leżą na podstawie pierwotnego prostokąta dużego.

Krótszy prawy bok (wysokość) dwunastego, licząc od lewej strony, prostokąta małego przedłużamy w obie strony. Na tym przedłużeniu odkładamy $l = 383,10$ mm i z końcowego punktu O_6 zakreślamy łuk o długości $l = 383,10$ mm. Drugi łuk zakreślamy z tego samego środka O_6 promieniem o 26,18 mm krótszym od poprzedniego. Na pierwszym łuku odmierzamy łuki o dł. 311,45 mm, symetrycznie po obu stronach wykreślonej prostopadłej. Końcowe punkty łuku o danej długości l łączymy ze środkiem O_6 liniami prostymi. Otrzymaną część pierścienia koła dzielimy na 24 równe części w ten sposób, że łuk zewnętrzny podzielony zostaje na tyle części i każdy punkt podziału łączymy ze środkiem O_6 . Otrzymamy i podzielony w ten sposób pierścień kolisty jest rozwinięciem powierzchni bocznej stożka ściętego (6). Po drugiej stronie pierwotnie narysowanego prostokąta w analogiczny sposób budujemy rozwinięcie powierzchni bocznej stożka (8).

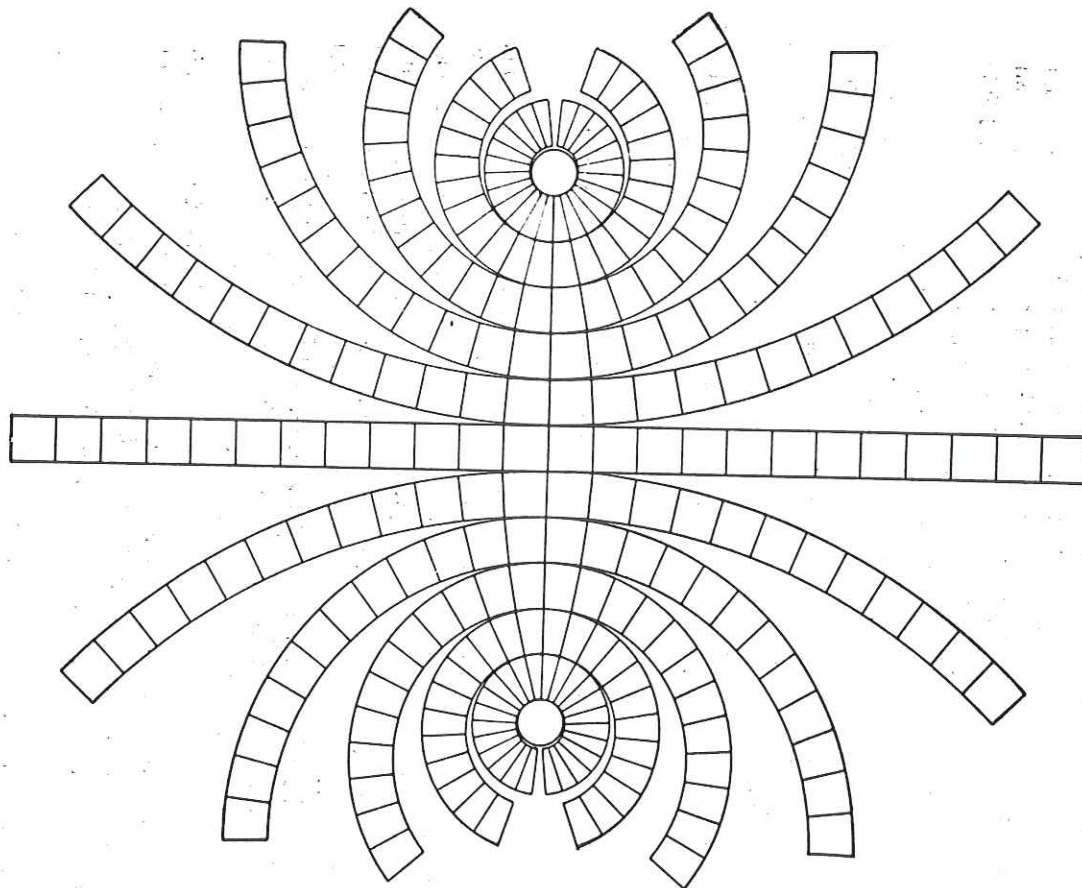
Rozwinięcia powierzchni bocznych dalszych stożków budujemy analogicznie, korzystając z danych w tabelce pomocniczej.

Drugi sposób fotografowania rozwinięcia obrazu zewnętrznej powierzchni kuli polega na tym, że powierzchnię kuli będziemy traktowali stale jako sumę odpowiedniej ilości powierzchni walcowych. Efekt ten uzyskamy przez wielokrotne fotografowanie powierzchni tak, jak to pokazuje rys. 32 a na str. 63.

Przy takim sposobie fotografowania obiektu, będąc zawsze prostopadłą do powierzchni kuli, posuwa się po jej największym obwodzie, czyli inaczej mówiąc, posuwa się zawsze po „równiku”.

Aparat fotograficzny nie zmienia przez cały czas fotografowania stanowiska, kula natomiast podlega dwójakiego rodzaju obrótowi *, zawsze o kąt równy 15° , gdy obwód kuli podzieliłiśmy na 24 równe części.

* Jedne obroty odbywają się zgodnie z kierunkiem równika, drugie zgodnie z kierunkiem południka.



Rys. 31. Siatka podziału rozwinięcia powierzchni kuli według I sposobu

Aby ułatwić sobie pracę, należy przed rozpoczęciem fotografowania na powierzchni kuli zaznaczyć dwa różne punkty np. *A* i *B*, które będą względem siebie dokładnie biegunami, czyli będą leżały dokładnie po przeciwnych stronach kuli.

Przed rozpoczęciem fotografowania tak umieszczamy kulę na obrotowej podstawie, że oś przechodząca przez obrane bieguny *A* i *B* ma zawsze położenie poziome.

Fotografowanie każdego pasa kuli wzdłuż za każdym razem innego „równika” będziemy rozpoczynali zawsze od fotografowania bieguna *A*, potem robiąc dalsze zdjęcia sfotografujemy biegun *B*, a na końcu jako ostatnie zdjęcie tej serii wykonamy znów zdjęcie bieguna *A*.

Każde następne zdjęcie będziemy rozpoczynali od fotografowania bieguna *A*, kończąc fotografowaniem bieguna *A*.

W czasie fotografowania jednego całkowitego rozwinięcia powierzchni walca kula wykonuje obroty po każdym poszczególnym zdjęciu, pokręcając się wraz z podstawą w poziomie w tym samym kierunku o kąt 15° , aż wykona ona całkowity obrót o 360° .

Aby można było przystąpić do wykonania następnej serii zdjęć, należy kulę obrócić ponownie o kąt równy 15° w tym samym kierunku co poprzednio, dookoła osi, przechodzącej przez bieguny *A* i *B*.

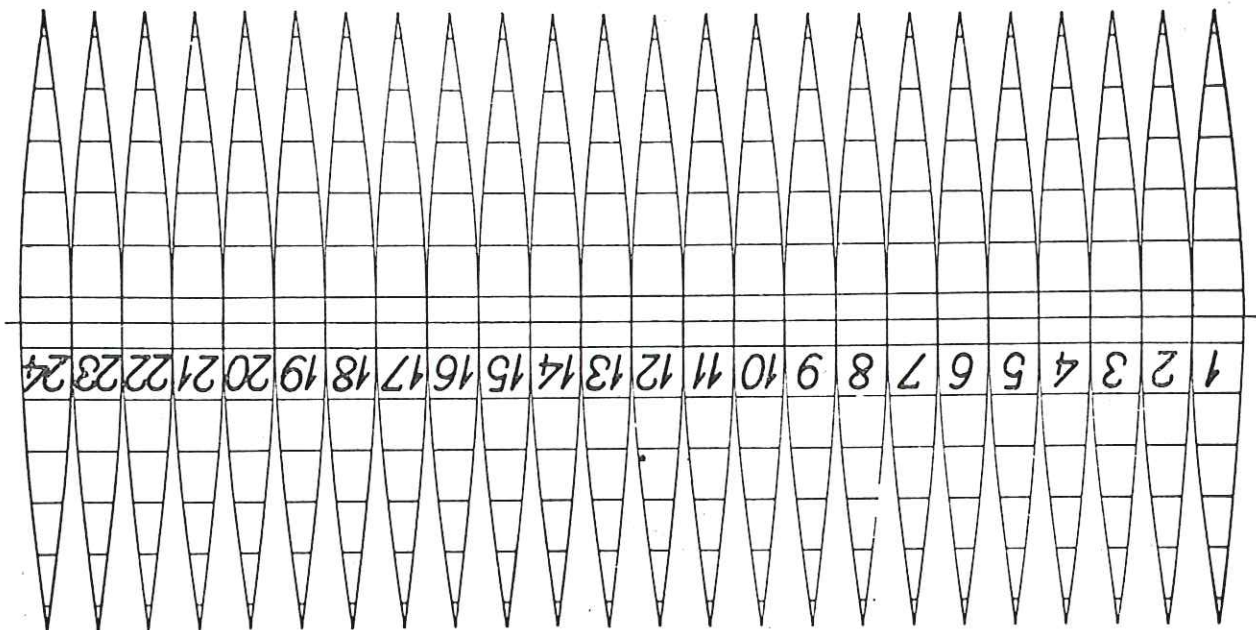
Po tej czynności przystępujemy do wykonania nowej serii 25 zdjęć, rozpoczynając od fotografowania bieguna *A* potem bieguna *B* i kończąc serię fotografowaniem bieguna *A*.

Następną z kolei serię zdjęć znów rozpoczniemy od obrotu kuli dookoła poziomej osi *AB* w tym samym kierunku o kąt 15° , sfotografujemy biegun *A* i obracając podstawę w poziomie stale w tym samym kierunku o kąt 15° za każdym zdjęciem, dojdziemy do sfotografowania znów bieguna *A*, jako ostatniego zdjęcia tej serii.

Postępując stale w ten sposób wykonamy 12 serii zdjęć, które dadzą całkowicie obfotografowaną całą powierzchnię kuli. Rys. 32a przedstawia siatkę rozwiniętego obrazu zewnętrznej powierzchni kuli przy opisanym przed chwilą sposobie fotografowania.

W czasie pracy tak jak poprzednio należy użyć do przysłaniania szablonu z otworem. Tym razem szablon do przysłaniania będzie tylko jeden i kształt otworu będzie podobny do kwadratu.

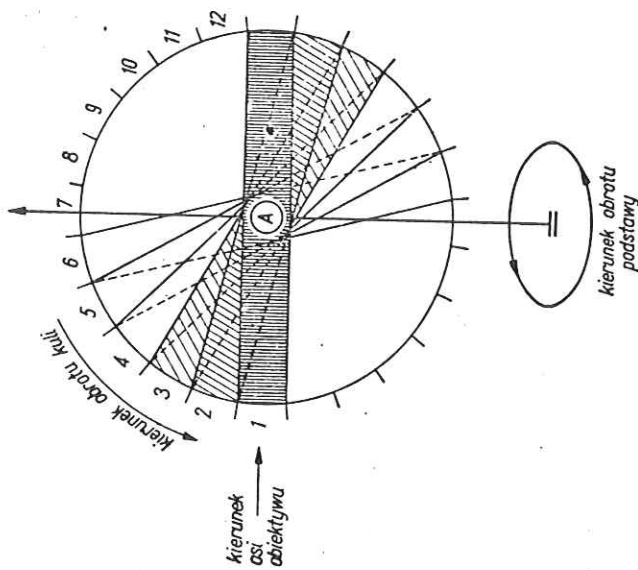
Rys. 32a. Siatka podziału rozwinięcia powierzchni kuli według II sposobu



Szablon musi być tak wykonany, ażeby okienko otworu było idealnie zgodne z wymiarami. Jeśli się to nam nie uda, to zrobimy okienko raczej większe nieco, niż za małe. Zawsze lepiej jest zbyt obszerny obraz obciąć na odbicie fotograficznej, niż by miało go zabraknąć na negatywie.

Wspomniany szablon można samemu sporządzić według danych liczbowych, zawartych w poprzednio przytoczonej tabelce.

W każdej z 12 serii otrzymanych zdjęć znajdują się dwie powierzchnie kształtu „cygara” lub klina podwójnego, jak to pokazuje rys. 32 a i b. Będą one występowały w każdej serii zdjęć według następującej numeracji zgodnie ze schematem rysunku:



Rys. 32 b. Podział powierzchni kuli na powierzchnie walców

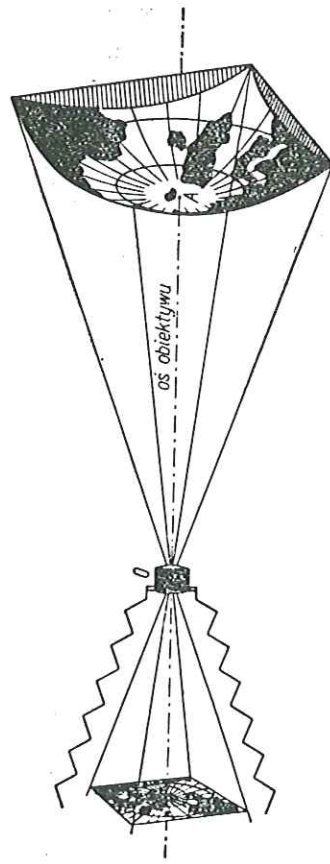
- | | | |
|-----------------|-----------------|-------------------|
| 1 seria (1, 13) | 5 seria (5, 17) | 9 seria (9, 21) |
| 2 seria (2, 14) | 6 seria (6, 18) | 10 seria (10, 22) |
| 3 seria (3, 15) | 7 seria (7, 19) | 11 seria (11, 23) |
| 4 seria (4, 16) | 8 seria (8, 20) | 12 seria (12, 24) |

Każda całkowita powierzchnia „cygara” jest złożona z poszczególnych mniejszych powierzchni, w skład których wchodzi: powierzchnia jednego przybliżonego kwadratu, 10 powierzchni o kształcie przybliżonych trapezów oraz dwie powierzchnie przybliżone do małych trójkątów. Bok kwadratu i wysokości poszczególnych trapezów są jednakowych wymiarów, a wysokości trójkątów o połowę mniejsze. Wysokości kwadratu i trapezów są równe 1/24 części obwodu dużego kuli.

Każdą serię zdjęć montujemy w pojedyncze pasy prostokątne, sklejając odbitki na cienkim papierze według kolejności jak fotografowaliśmy. Wszystkie odbitki docinamy do odpowiednich wymiarów i pasujemy ze sobą przy brzegach sklejać liniowo i tożnalnie. Sklejanie takiej pojedynczej serii zdjęć najlepiej jest robić na wyrysowanym szablonie, gdzie dokładnie zaznaczono, w którym miejscu ma się kończyć jedna odbitka, a zaczynać druga. Odległości na tym szablonie są równe 1/24 części obwodu dużego kuli.

Kiedy mamy tak sklejony już jeden pas z jednej serii odbitek, musimy teraz odszukać na tym pasie obrazy biegunów A i B: będą to wierzchołki naszych powierzchni klinowych, nazwanych „cygarami”. Szablon do wycinania powierzchni „cygar” możemy sporządzić albo reprodukcją fotograficzną rys. 32 a w odpowiedniej skali, albo też sporządzimy go drogą obliczeń.

Rysunek 32 c pokazuje, jak powinien być ustawiony aparat fotograficzny w czasie rozpoczynania każdej nowej serii zdjęć przy



Rys. 32 c. Poprawne położenie aparatu fotograficznego do zdjęć powierzchni kuli

opisanej ostatnio metodzie fotografowania rozwinięcia obrazu zewnętrznej powierzchni kuli, gdy kula jest ruchoma.

*

Fotografowanie obrazu zewnętrznej powierzchni kuli, gdy jest ona nieruchoma, stanowi zadanie o wiele trudniejsze. Tym razem do każdego pojedynczego zdjęcia należy z kamerą zajmować nowe stanowisko. Jeżeli powierzchnię kuli przyjmujemy jako sumę powierzchni walca + pewną ilość powierzchni bocznych stożków ściętych + 2 powierzchnie kół, musimy w czasie fotografowania, przy przyjętych założeniach, zmieniać stanowisko kamery aż 266 razy. Jeżeli powierzchnię kuli przyjmujemy jako sumę powierzchni bocznych pewnej ilości samych tylko walców, musimy zmienić stanowisko kamery aż 300 razy!

Należy przy tym pamiętać, że obowiązują i tutaj te same zasady jednakowej zawsze odległości aparatu fotograficznego od powierzchni kuli w celu otrzymania zawsze tej samej skali zdjęć, że dla uniknięcia skrótów perspektywicznych obowiązują nadal te same co poprzednio zasady ustawiania aparatu w takiej samej pozycji, ażeby oś optyczna obiektu spełniała warunki propadłości do właściwych poprzednio omówionych punktów powierzchni kuli.

Reszta pracy przy wykonywaniu dalszych czynności fotografowania i opracowywania zdjęć pozostanie ta sama.

Sklejenie odbitek gotowych w odpowiednie fotomontaże odbywa się również tak samo, zależnie od tego, w jaki sposób musimy powierzchnię kuli.

Trudno by było tutaj proponować jakies uniwersalne sposoby technicznego rozwiązanja sprawy prawidłowego poruszania się aparatu z miejsca na miejsce, gdyż nie można przewidzieć, z jakim rodzajem pracy fotograficznej będziemy mieli do czynienia, jakie będą lokalne warunki tej pracy i jakimi środkami technicznymi i materialnymi będziemy rozporządzać.

*

Jako temat ostatni pozostaje do omówienia sprawa fotograficznego wykonania obrazu-planu, czyli rozwinięcia, wewnętrznej powierzchni kuli. Oczywiście będzie to dotyczyło wszystkich tych

wypadków, kiedy wnetrze kuli jest wolną przestrzenią trójwymiarową, otoczoną jako granicą powierzchnią kulistą, i fotografujący będzie miał dostęp do takiego wnętrza lub też będzie mógł co najmniej umieścić tam w jakiś sposób kamerę fotograficzną.

Jeżeli wnetrzami kulistymi będą różnego rodzaju kopuły kociołów lub innych budowli, wówczas należy do fotografowania zając z kamerą takie miejsce wewnątrz, aby stanowiło ono środek geometryczny tej powierzchni kulistej, i z tego właśnie punktu należy wykonywać wszystkie niemal zdjęcia. Fotografując ze środka geometrycznego danej powierzchni kulistej nie musimy niezliczoną ilość razy zmieniać miejsca dla wykonania poszczególnych zdjęć. Należy wykonywać wszystkie zdjęcia, obracając odpowiednio aparatem. Kamera powinna wykonać wszystkie te obroty dookoła środka, jakie poprzednio wykonywała fotografowana kula na obrotowej podstawie. Skatę zdjęcia ustalamy przez dobranie odpowiedniej długości ogniskowej obiektywu lub teleobiektywu, a nie przez zbliżanie lub oddalanie kamery od fotografowanej powierzchni.

Zależnie od wymagań technicznego i teoretycznego rozwiązania danej pracy, czy mają to być plany-rozwinięcia powierzchni kulistej, czy też mogą to być obrazy perspektywiczne ze skrótami, byle by to były obrazy panoramowe całości wnętrza kulistego, możemy zastosować tutaj różnego typu aparaty fotograficzną do zdjęć panoramowych.

Tak więc przy pewnych rodzajach zdjęć tego typu mogą oddać nam nieocenione usługi kamery obrotowe do zdjęć panoramowych, można zastosować nawet kamery do zdjęć kinowych itp.

O ile do fotografowania obrazu-rozwinięcia zewnętrznej powierzchni kuli nie potrzeba było, a nawet nie należało, korzystać ze specjalnych kamer i aparatów fotograficznych, bo nie dawały one żadnych dodatkowych efektów, o tyle w tym wypadku należy lub wskazane by było korzystać ze wszelkiego rodzaju specjalnych kamer wraz z ich wszelkimi udoskonaleniami, jeśli oddadzą nam one specjalne usługi.

Przy pewnych rodzajach zdjęć tego typu możemy użyć kamery z obiektywem o budowie „Torusa”, z powodu jego szeroko-wzroczności horyzontalnej. Niezastąpionym w pewnych wypadkach może się okazać zwykły aparat fotograficzny. Ten sprężony

z lustrem sferycznym zestaw, zastosowany umiejętnie, w wielu wypadkach da się po wykonaniu zdjęć użyć jako rzutnik lub aparat do powiększeń, bo można rzutować nim obrazy na dowolnego kształtu powierzchnię. Przy pomocy takiego rzutnika obraz otrzymanych negatywów można rzutować na sporządzoną specjalnie w pewnej skali zmniejszonej powierzchnię, podobną do oryginalnej, przedtem fotografowanej. Otrzymamy obraz do złudzenia przypominający rzeczywiście wnętrze kuliste.

Jeżeli tę miniaturową powierzchnię kulistą wyłożymy wnętrzem papierem światłoczułym, rzucimy na to obraz z negatywu i następnie naświetlony papier wywołamy, to otrzymamy obraz -rozwiniecie powierzchni wewnętrznej fotografowanego modelu. Gdy wyeksponowane odbitki umieścimy dokładnie w tych miejscach, gdzie były naświetlane, otrzymamy w zmniejszeniu obraz w przestrzeni fotografowanego wnętrza kulistego obiektu.

Stoją więc przed nami wielkie możliwości fotograficzne o wspólnych efektach.

*

Oprócz brył o cechach pewnej prawidłowości ich budowy, jak walec, stożek, kula itp., których krzywizna powierzchni podlega pewnym względnie prostym prawom geometrii, istnieją bryły o bardziej lub bardzo skomplikowanych prawach krzywizny ich powierzchni.

Na przykład — pewne przekroje walca i stożka płaszczyzną prostopadłą do ich osi dają koło, które na swym obwodzie ma zawsze stale tę samą krzywiznę i dla uproszczenia sprawy można powiedzieć, że krzywiznę tę na obwodzie takiego koła będziemy mierzyli długością jego promienia (w matematyce mierzy się odwrotnością promienia).

Jeżeli te same figury przetniemy płaszczyzną, przechodzącą przez ich osie, to na ich powierzchni wzdłuż linii przekroju wytworzy się tego rodzaju linia, że będzie ona przystawała wszystkim swymi punktami do linii prostej, czyli po prostu sama będzie linią prostą.

Dla kuli otrzymamy podobne cechy krzywizny powierzchni, ale nigdy jej powierzchnia nie przystaje całkowicie w żadnym kierunku do linii prostej.

Istnieje jednak całe mnóstwo takich brył, których krzywizny powierzchni stale w każdym różnym miejscu są inne i nie posiadają żadnych z przytoczonych powyżej własności. Każdy przekrój płaszczyzną przez powierzchnię takiej bryły będzie dawał linię krzywą o zmiennej krzywiznie w różnych jej punktach i nigdy nie otrzymamy w przekroju linii prostej lub koła.

Rozwinięcia fotograficzne obrazu powierzchni takich brył należą w fotografii do prac najtrudniejszych. Nie można dla tych wypadków podać jakiegoś pewnego i ogólnego sposobu postępowania, gdyż wszystko tutaj jest uwarunkowane charakterem krzywizny fotografowanej bryły. Można jednak dać kilka pomocniczych wskazówek.

Całą niekształtną powierzchnię takiej bryły trzeba podzielić punktami na trójkąty w ten sposób, że *im większa krzywizna powierzchni występuje w danym miejscu, tym trójkąty w tym miejscu będą mniejsze*. Wielkość boków tych trójkątów będzie zależeć od pewnej dopuszczalnej największej krzywizny ich powierzchni. Maksymalną i dopuszczalną krzywiznę powierzchni danego trójkąta określamy w ten sposób, że powierzchnię jego przecinamy płaszczyznami możliwie prostopadłymi do niej tam, gdzie wyczuwamy, że krzywizna danej powierzchni jest największa. W rezultacie otrzymujemy szereg łuków na powierzchni danego trójkąta.

Jeżeli teraz końce każdego z łuków połączymy ze sobą linią prostą i okaże się, że stosunek największej strzałki każdego z tych łuków do długości ich cięciw jest zawsze mniejszy lub równy co najwyżej $\frac{1}{20}$, to taką powierzchnię uznamy z grubym przybliżeniem za płaszczyzną i będziemy ją fotografować według poznanych już poprzednio sposobów.

Jeżeli jednak stosunek największych strzałek w danym trójkącie do ich cięciw okaże się dla któregoś wypadku większy niż $\frac{1}{20}$, to wtedy zmniejszamy powierzchnię danego trójkąta tak, żeby stosunek ten wypadł równy lub mniejszy od $\frac{1}{20}$.

Przy podziale powierzchni bryły fotografowanej na trójkąty można używać cyrkla, którego właściwości działania zostały opisane w rozdziale II § 10. Bardzo pożyteczne będzie powtórne

prze czytanie tego całego rozdziału i poprzednich, gdzie jest mowa o rozwijaniu powierzchni nie płaskich.

Kiedy cała powierzchnia danej bryły jest już podzielona na trójkąty, których wierzchołki dla lepszej orientacji oznaczyliśmy odpowiednio liczbami, możemy przystąpić do fotografowania poszczególnych trójkątów, których obrazy złożą się na fotograficzne rozwinięcie powierzchni danej bryły.

W czasie fotografowania dla otrzymania lepszych rezultatów można powierzchnie sąsiadujących trójkątów dokładnie przysłonić tak, aby na zdjęciu wyszedł tylko obraz fotografowanego trójkąta. Zabieg ten ułatwia później pracę w dopasowywaniu do siebie boków trójkątów sąsiadujących ze sobą.

Odbitki z otrzymanych negatywów możemy nakleić odpowiednio na karton, lub zestawiać je według przystawania do siebie odpowiednich boków. Wyszukiwanie przystających do siebie boków ułatwi nam numeracja wierzchołków trójkątów.

Przy wykonywaniu prac tego rodzaju wymagających większe dokładności stosunek $\frac{1}{20}$ można zmniejszyć do $\frac{1}{25}$ lub nawet do $\frac{1}{30}$.

Zastanawiając się nad ogólnymi trudnościami pracy przy fotograficznym rozwijaniu powierzchni kuli, należy stwierdzić, że najwięcej kłopotów praktycznych i teoretycznych nastręczają prace przy fotograficznym rozwijaniu obrazu zewnętrznej powierzchni kuli. Poprawne fotografowanie obrazu powierzchni kuli dlatego jest takie trudne, że uzyskanie pozytywnych rezultatów uzależnione jest od bardzo wielu czynników. Jednym z najważniejszych czynników jest ten, że należałoby zdjęcia takie robić z bardzo dużej odległości, przez co uniknielibyśmy w dostatecznym stopniu deformacji łuków, które na sąsiadujących ze sobą sklepanych segmentach się „wybrzuszą”.

Dla przykładu wystarczy nadmienić, że ten sam łuk na powierzchni kulistej widziany z dwóch różnych miejsc daje na obrazie inne krzywizny tych łuków. Dlatego obraz powierzchni kuli przy tego rodzaju pracy powinien być fotografowany z możliwie jak największej odległości.

Przy naklejananiu poszczególnych segmentów fotograficznych na model plastyczny o kształcie kuli mamy kłopot, bo krzywizny sklepanych do siebie brzegów nie pasują i dotykają się wybrzu-

szniami pośrodku, a w innych miejscach pomiędzy brzegami powstają wąskie szpary. Należałoby więc polecić fotografowanie poszczególnych segmentów za pomocą obiektywów, które posiadają znaczną dystorsję rogolową. Obiektywy o tej wadze optycznej mogłyby spowodować całkowite niemal zmniejszenie wybruszenia łuków.

Oczywiście stopień działania dystorsji musiałby być uzależniony od najbardziej właściwej odległości obiektywu od fotografowanej powierzchni kuli.

Najlepiej do tego celu jest użyć obiektywu symetrycznego i fotografować tylko jedną jego połówką w ten sposób, żeby diafragma znajdowała się za przednią połówką obiektywu.

Odległość diafragmy od przedniej połówki obiektywu ma wpływ na stopień występowania dystorsji: im odległość ta większa, tym bardziej się potęguje stopień występowania dystorsji.

Efekty działania tych czynników najlepiej jest sprawdzić praktycznie na podstawie przeprowadzonych prób eksperymentalnych, gdyż rachunkowe rozwiązywanie tej sprawy na drodze teoretycznej zaprowadziłoby nas w zbyt skomplikowane dociekania.

Wszystko to, co tutaj ostatnio mówiliśmy, jest wtedy ważne i obowiązujące w pracy, jeżeli warunki pracy wymagają bardzo dużej dokładności. W innych wypadkach można tych obostrzeń nie brać zupełnie pod uwagę.

Otrzymywanie fotograficznych rozwinięć powierzchni foremnie niekształtnych, wypukłych lub wklęsłych, przedstawia podobnie duże trudności techniczne.

Tutaj przy rozbiciu całej powierzchni na trójkąty, które załże nie od charakteru powierzchni będą najrozmaitszych kształtów i wymiarów liniowych, zachodzi trudność określenia, w jakim miejscu oś optyczna obiektywu powinna przebiegać fotografowaną powierzchnię, innymi słowy, w którym miejscu najdogodniej jest ustawić kamerę do zdjęcia i jaki ma mieć kierunek oś obiektywu w czasie wykonywania zdjęcia danego trójkąta.

Jedne teoretyczne względy przemawiałyby za tym, że oś obiektywu powinna przebiegać powierzchnię fotografowanego trójkąta w punkcie, który jest środkiem koła na nim opisanego. Inne znów

względy teoretyczne przemawiałyby za wybraniem innego osobliwego punktu w trójkącie.

Ostateczna decyzja w tym wypadku zależy od specyficznych warunków i od właściwej ich oceny.

Skoro ustaliliśmy miejsce przebijania fotografowanego trójkąta przez oś optyczną, następują się nowe trudności z ustaleniem jej kierunku. Najprostszym i najbardziej praktycznym sposobem byłoby tu ustawienie osi optycznej obiektywu tak, aby jej kierunek był prostopadły do płaszczyzny przechodzącej przez wszystkie trzy wierzchołki fotografowanego trójkąta.

Ideałem podziału powierzchni niekształtnej na trójkąty byłyby tu trójkąty równoboczne. Przy podziale fotografowanej powierzchni na trójkąty równoboczne środek koła opisanego i wpisane jest wspólny i to ma duże znaczenie dla wyszukiwania punktu, w którym oś optyczna obiektywu ma przenikać fotografowaną powierzchnię trójkąta w czasie zdjęcia.

Jeżeli jednak taki podział jest niemożliwy, wskazane byłoby podzielić powierzchnię fotografowaną na trójkąty równoramienne, a jeżeli i to jest niemożliwe, staramy się dzielić powierzchnię na inne trójkąty różnoboczne, ale zawsze pamiętamy o tym, żeby trójkąty te jak najbardziej zbliżyć do równoramiennych lub równobocznych.

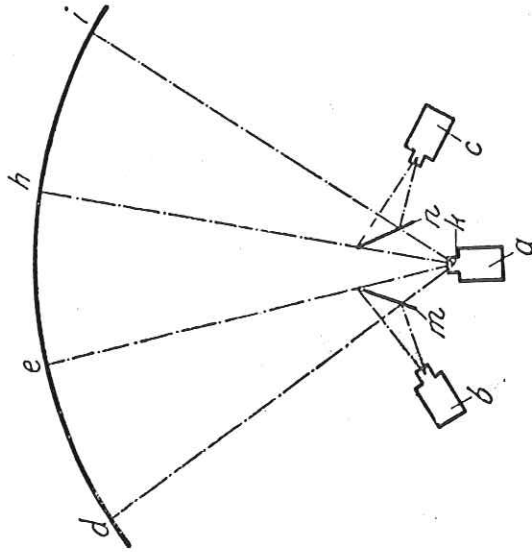
§ 12. Zdjęcia panoramowe wykonane metodą sprzęgania zestawu liniowego kamer, kombinowanych z lustrami płaskimi

Nie wszystkie tematy, które nadają się do zdjęć panoramowych, można wykonać przy pomocy jednej kamery metodą pokrętną lub posuwową.

Jeżeli treścią zdjęcia ma być jakaś akcja, rozgrywająca się na pewnym określonym tle, wówczas nie możemy stosować poprzednich metod fotografowania, gdyż mogłoby się zdarzyć, że pewien ruchomy przedmiot, zmieniając miejsce swego położenia zdążyłby się znaleźć w zasięgu działania kilku kolejnych położzeń aparatu i mógłby być sfotografowany na kilku kolejno po sobie następujących negatywach.

W takich wypadkach można zdjęcie panoramowe wykonać

przy użyciu kilku jednakowych kamer fotograficznych, sprzężonych ze sobą odpowiednio, w połączeniu z lustrami, ustawionymi w pewien właściwy sposób. Dla otrzymania poprawnego zdjęcia tą metodą musimy ściśle spełnić warunki pokazane na rys. 33 i 34.



Rys. 33. Zestaw trzech kamer z dwoma lustrami

Zależnie od warunków terenowych zestrajamy ze sobą 3 lub 5 aparatów.

Przy takim sposobie zestrojania zespołu fotografującego z aparatów i luster otrzymujemy szereg zdjęć tak wykonanych, jak gdybyśmy fotografowali nie z różnych miejsc, lecz z jednego stanowiska, ze stanowiska centralnego aparatu, który fotografuje bezpośrednio motyw, a nie obraz jego odbity w lustrze, co robią pozostałe aparaty (patrz rysunki 33, 34).

Przed wykonaniem zdjęcia wszystkie aparaty użyte do takiego zestawu ustawiamy jednakowo na ostrość, jednakowo diafrujemy i ustalamy dla wszystkich ten sam czas ekspozycji. Ekspozycja dla wszystkich aparatów musi nastąpić w tym samym momencie.

Kąt ogólny zdjęcia panoramowego takiego zespołu kamer z lustrami może dochodzić do 180°.

Lustra użyte do tego zestawu kamer muszą być możliwie cienkie i wskazane jest, aby były srebrzone po wierzchu na szkło lub metalu. Muszą one posiadać jak najbardziej gładką i równą płaszczyznę odbijającą, co daje gwarancję, że odbity obraz nie zostanie zdeformowany.

Do zestawu z trzema aparatami użyjemy dwu lusterek, natomiast do zestawu z pięcioma aparatami użyjemy czterech lusterek.

Niemiecki patent z roku 1907 DRN Nr 198197 podaje sposób otrzymywania takiego zespołu z trzech kamer z dwoma lustrami, jak pokazuje rys. 33.

W celu urządzenia takiego zespołu z pięciu kamer przygotowujemy najpierw odpowiednią płaską podstawę, która w danym wypadku ma odegrać rolę statywu. Na wspomnianej podstawie odpowiednio, jak pokazuje rysunek, rozmieszczamy kamery i lustra. Jedną z kamer (3) ustawiamy centralnie, a pozostałe odpowiednio rozmieszczamy: dwie z lewej strony (1), (2) oraz dwie z prawej strony (4), (5) (rys. 34).

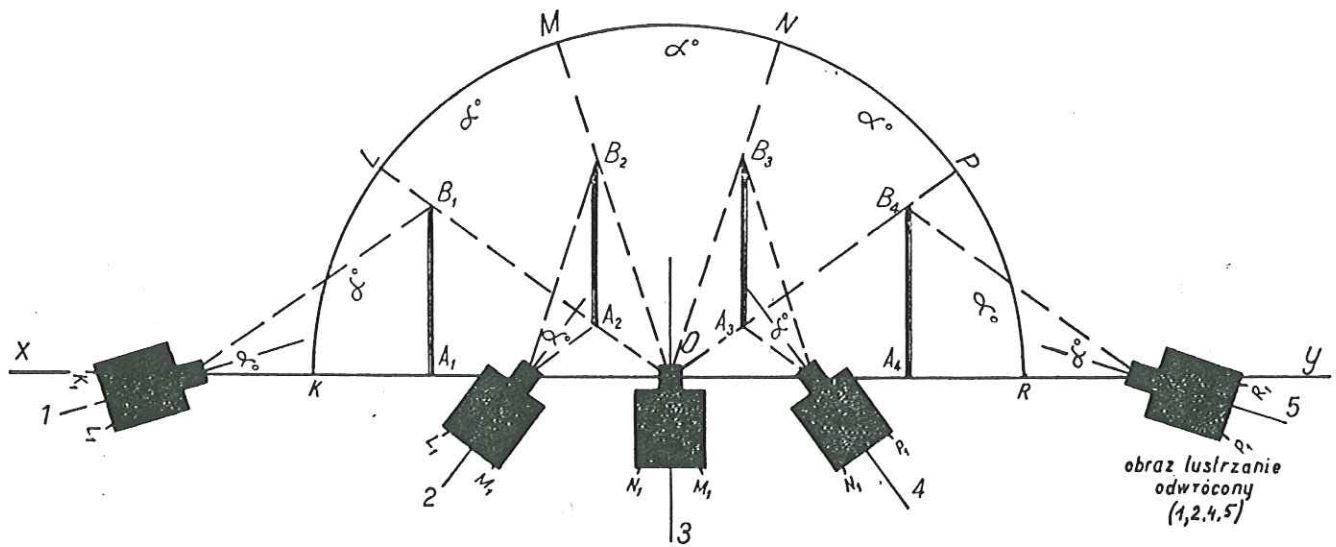
Dla wszystkich kamer ustalamy kąt pokrętu równy 36° i rysujemy w zależności od tego na matówkach czerwona linią ramkę marginesową o takim właśnie kącie widzenia dla tej części matówki.

Kąt pokrętu oznaczymy symbolem $\alpha^\circ = 36^\circ$. Z punktu O , jak to pokazuje rys. 34, rysujemy na podstawie kąt $\alpha^\circ = 36^\circ$.

Wierzchołkiem kąta α° jest punkt O i jest to jednocześnie środek optyczny obiektywu aparatu (3). Następnie z tego samego wierzchołka O w lewo i w prawo budujemy kolejno według rysunku po dwa kąty $\alpha^\circ = 36^\circ$. Prosta XY przechodzi przez wierzchołek O kąta α° , ponadto na tej samej prostej XY będą leżały środki optyczne pozostałych aparatów fotograficznych ze sobą.

Wewnątrz kątów α° ustawiamy, jak pokazuje rysunek, lustra prostopadle do prostej XY i to tak, aby lustra opierały się końcami o ramiona odpowiednich kątów α° . Od wielkości lusterek zależy sposób i miejsce ich rozmieszczenia, wskazany na rysunku.

Jeden brzeg lustra np. A_2B_2 oraz odpowiedni brzeg lustra A_3B_3 muszą przebiegać na obrazie matówki wzdłuż odpowiednich pionowych czerwonych linii ramki marginesowej matówki.



Rys. 34. Zestaw pięciu kamer z czterema lustrami

Pozostałe aparaty powinny być ustawione według tej samej własności.

Pokazany na rysunku półokrąg *KLMNPR* przedstawia linię horyzontu, widzianego przez wszystkie pięć kamer, ale może jednocześnie przedstawiać brzeg podstawy, na której umieszcziliśmy zestaw.

Kamery 1, 2, 4, 5 dają na negatywach zdjęcia lustrzanie odwrócone i do stykowego kopiowania się one nie nadają. Z tych negatywów należy zrobić powiększenia odwrócone w żądanej skali. Z negatywu otrzymanego z kamery (3) robimy również powiększenie w takiej samej skali, jak z poprzednich negatywów, lecz obrazu nie odwracamy.

Aby przy sklejeniu odbitki fotograficznej wszystkimi szczegółami do siebie pasowały, wymagana jest duża dokładność w pracy.

Jeżeli zdjęcie było poprawnie wykonane, to szczegóły nawet bardzo bliskiego planu, znajdujące się na liniach sklejenia odbitek fotograficznych, będą do siebie dobrze pasowały. Jest to niemożliwe do osiągnięcia dla planu bliskiego przy innych rozwiązaniach technicznych.

W wypadku gdyby zachodziła konieczność zrobienia zdjęcia panoramowego powyższą metodą o kącie fotografowania większym niż 180°, np. równym 360°, wówczas należy zastosować dwa identyczne układy sprzężone i ustawić je tak, aby aparaty centralne (3) obu zestawów znajdowały się obok siebie możliwie jak najbliżej, aby stworzyć warunki złudzenia, że oba te zestawy zrobiły naraz zdjęcie z tego samego miejsca.

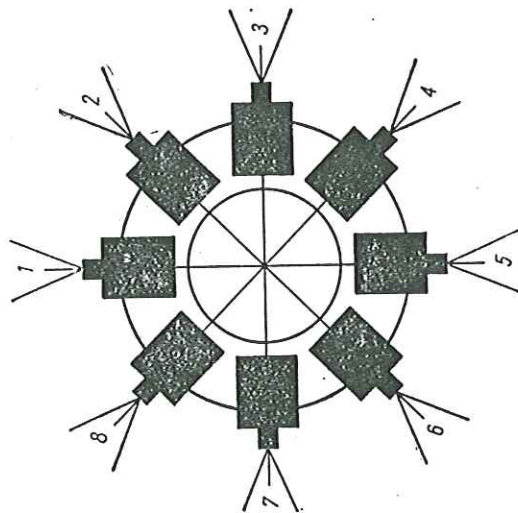
§ 13. Zdjęcia panoramowe wykonane metodą sprzężenia zestawu kołowego kamer

Nie można wykonywać zdjęć panoramowych o kącie widzenia 360° ani metodą pokrętną, ani posuwową, kiedy na tle terenu, który mamy fotografować, odbywa się jakaś akcja, są tam przedmioty w ruchu względnie szybkim i w dodatku właśnie ta akcja ma być zasadniczym tematem naszego zdjęcia.

Do poprawnego rozwiązania takiego zagadnienia użyjemy ze-

stawu sprzężonego, złożonego z 8 kamer zwykłych, lecz identycznych.

Aparaty fotograficzne rozmieszczamy odpowiednio na podstawie kolistej tak, jak to schematycznie pokazuje rys. 35.



Rys. 35. Zestaw złożony z ośmiu kamer

Kąt widzenia każdego z tych aparatów powinien wynosić co najmniej około 50°. Podobnie jak w wypadkach fotografowania metodą pokrętną posługujemy się tu omawianą czerwoną linią na matówce — ramką marginesową, której kąt widzenia powinien wynosić 45° (przyda się to przy fotomontażu odbitek).

Dla wszystkich aparatów ustawiamy jednakową ostrość, najczęściej na nieskończoność, jednakową diafragmę i czas ekspozycji.

Wszystkie migawki aparatów, jeśli to się okaże możliwe, zsynchronizujemy tak, aby wszystkie aparaty wykonały zdjęcie w jednym i tym samym momencie.

Negatywy mogą być kopiowane bezpośrednio stykowo lub mogą być powiększone na powiększalniku z zachowaniem jak największej możliwej dokładności.

Wadą tego rodzaju zdjęć jest to, że są one zasadniczo wy-

konane z różnych stanowisk. Jeżeli jednak najważniejszym tematem naszej panoramy nie jest pierwszy plan, a tylko daleki krajobraz, wówczas powstałe z tego powodu różnice w perspektywie obrazu są tak drobne i nieznaczne, że można je zupełnie pominąć.

§ 14. Zdjęcia panoramowe wykonane przy zastosowaniu obiektywów szerokokątnych

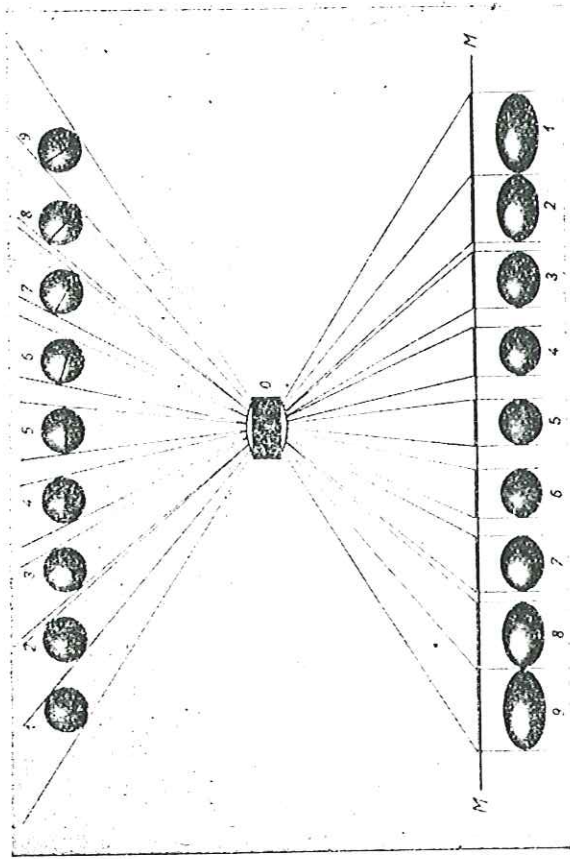
Fotografie wykonane obiektywami szerokokątnymi mogłyby w wielu wypadkach uchodzić z powodzeniem za pewien rodzaj fotografii panoramowych. Do zilustrowania wielu zagadnień można zresztą tego rodzaju zdjęciami doskonale się posługiwać. Jednak wszędzie tam, gdzie przy wyciąganiu wniosków na podstawie takiego zdjęcia zachodzi konieczność porównywania ze sobą wielkości poszczególnych elementów, lub gdy musimy porównywać podobieństwo kształtów brył przestrzennych i brać pod uwagę ich wymiary liniowe, korzystanie z tego rodzaju zdjęć panoramowych nie byłoby wskazane, zwłaszcza przy fotografowaniu brył przestrzennych.

Im bardziej szerokokątny jest obiektyw, tym bardziej uwyprowadza do zdjęcia (zwłaszcza na jego brzegach) wady dystorsji przede wszystkim, a ponadto jeszcze wiele innych aberracji. Wszystkie te aberracje w znaczny sposób wpływają na zniekształcenie budowy obrazu, głównie, jak już wspomnieliśmy, na brzegach kliszy.

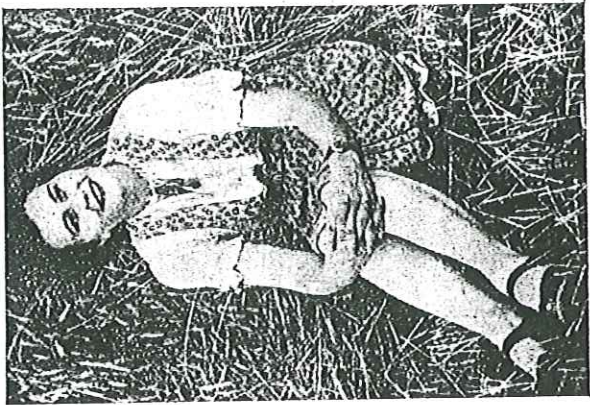
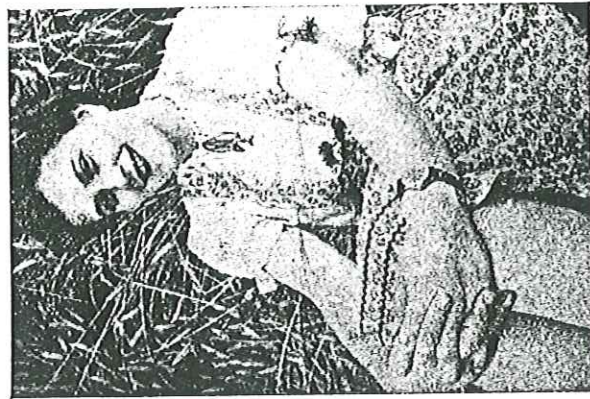
Dystorsja wprowadza znaczne zniekształcenia rysunku obrazu przez zmianę właściwej proporcji centralnych partii obrazu w stosunku do miejsc peryferycznych.

Obiektyw szerokokątny przy fotografowaniu brył przestrzennych wprowadza nową wadę szkodliwą, a mianowicie tak zwaną wadę bocznego przerysowania perspektywnego. Wada ta nie ma nic wspólnego z aberracjami optycznymi i jest od nich niezależna. Występuje ona tym silniej, im bliżej brzegów kliszy znajdują się obrazy brył przestrzennych.

Dla zilustrowania szkodliwości tej wady przedstawiono fotografię na rys. 36, która w prosty i poglądowy sposób tłumaczy,



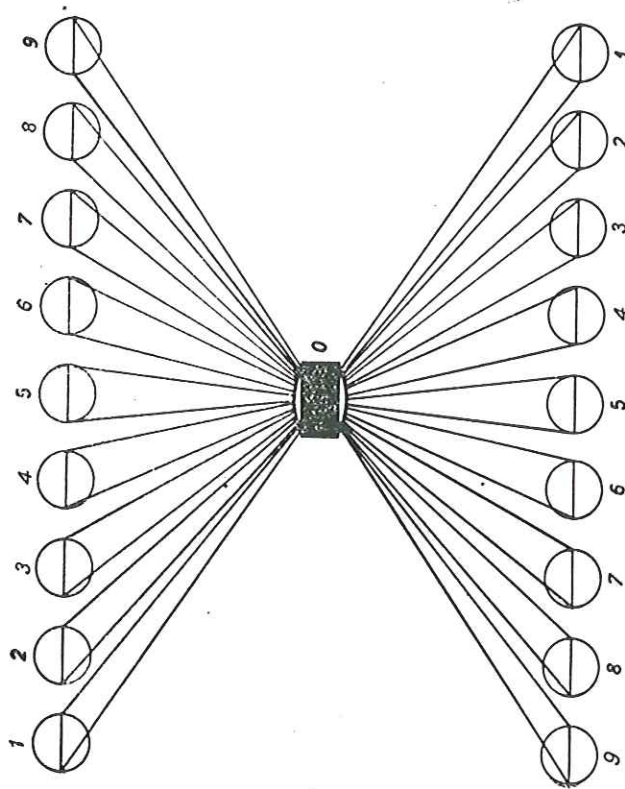
Rys. 36. Boczne przerysowanie perspektywiczne przedmiotów 1, 2, 3, 7, 8, 9 położonych na prostej prostopadłej do osi obiektywu



Rys. 37ab. Zdjęcie z odległościowym przerysowaniem (a) i zdjęcie poprawne (b)

na czym polega boczne przerysowanie perspektywiczne brył położonych nie na wprost, lecz z boku obiektywu szerokokątnego.

Istnieje jeszcze inny rodzaj przerysowywania perspektywicznego, tzw. **odległościowe przerysowywanie perspektywiczne**. Fotografia na rys. 37 ilustruje to zjawisko za pomocą dwu zdjęć tego samego motywu wykonanych jedno z bardzo bliska, a drugie ze znacznie większej odległości*.



Rys. 38. Obiektyw szerokokątny przy reprodukcji nie daje skrótów przerysowania boczno na fotografii

Zjawisko bryłowego boczno i odległościowego przerysowania perspektywicznego występuje w każdym nawet najlepiej skorygowanym obiektywie fotograficznym, niekoniecznie szerokokątnym.

* Patrz Fizyka w Szkole, 1961, nr 4(40), str. 200; T. Boncler *Przerysowanie perspektywiczne w obrazach fotograficznych a normalne widzenie*.

Zjawiska przerysowania nie mają nic wspólnego z dystorsją, chociaż dystorsja, zwłaszcza dystorsja rogolowa, może wpłynąć na potęgowanie się wady przerysowania.

Obiektyw szerokokątny, dobrze skorygowany na dystorsję, nie daje skrótów boczno przerysowania perspektywicznego, gdy fotografujemy lub ściślej — reprodukuje eksponaty płaskie, jak to pokazuje rys. 38.

Jeżeli różne względy wymagają uniknięcia na fotografii panoramicznej zniekształceń obrazu, o jakich była mowa poprzednio, należy pracę wykonać w jakiś inny sposób, bez używania obiektywu szerokokątnego.

ZDJĘCIA PANORAMOWE WYKONANE SPECJALNIE SKONSTRUOWANYMI KAMERAMI, ZAOPATRZONYMI W OBIEKTYWY O KLASYCZNEJ KONSTRUKCJI

§ 15. Wiadomości ogólne

Równoległe z rozwojem ogólnej techniki fotograficznej w XIX wieku starano się również, podobnie jak w malarstwie, rozwiązać zagadnienie otrzymywania obrazów panoramowych za pomocą fotografii. Najprostszym sposobem otrzymywania fotograficznych obrazów panoramowych było, jak już wiemy, wykonywanie fotografii panoramowych zwykłym aparatem fotograficznym metodą pokrętną i posuwową lub za pomocą zestawu kamer. Metody te, jakkolwiek stosowane przez wielu fotografów zawodowych i amatorów, nie były jednak wtedy w dostateczny sposób opracowane i przemysłane teoretycznie i praktycznie. Miały więc dużo braków i niejednokrotnie nie zadowalały wybredniejszych odbiorców.

W zależności od tematyki fotografujący dopiero w czasie wykonywania swej pracy zmuszeni byli do dochodzenia do wykrywania wielu zasad i prawideł.

Często zadowalające wyniki otrzymywano przez wybranie spośród znacznie większej ilości zdjęć, niż tego wymagała potrzeba, tych, które okazały się najbardziej odpowiednie, co zresztą nie zawsze dawało pożądane wyniki w efektach i finansowo nie opłacało się ze względów merkantylnych odbiorcy i wykonawcy.

Pewne niewygodny, o których wspomnieliśmy, i wiele innych

skomplikowanych czynności, które stale towarzyszą przy wykonywaniu zdjęć panoramowych za pomocą metody pokrętnej i posuwowej zwykłym aparatem, skierowały wysiłki konstruktorów w kierunku opracowania specjalnych kamer fotograficznych, służących wyłącznie do wykonywania **jednostajnie ciągłych zdjęć**, a nie jak dotychczas — sklejanych. Wszystkie wysiłki miały na celu wyeliminowanie w jak największym stopniu pracy człowieka.

Pomysł początkowo szły przeważnie w tym kierunku, że starano się wykorzystać do tego już istniejące zwykłe obiektywy fotograficzne, a jedynie usiłowano skonstruować i wyposażyć technicznie kamerę do zdjęć tak, aby można było przy takich urządzeniach zwiększyć w sztuczny sposób kąt czynnego fotografowania kamery, przy znacznie mniejszym kącie pracy samego obiektywu. Efekt ten w różnym stopniu udawało się osiągnąć przez odpowiednio obracanie się w czasie zdjęcia bądź to wyłącznie samego obiektywu, bądź też, odpowiednio zsynchronizowanym w czasie i przestrzeni ruchem obiektywu razem z materiałem negatywowym. Już w drugiej połowie XIX wieku powstały pierwsze tego typu kamery do zdjęć panoramowych.

W tym samym czasie równoległe starano się zagadnienie „ciągłych zdjęć panoramowych” rozwiązać w nieco inny sposób, a mianowicie usiłowano skonstruować obiektywy szerokokątne. Z powodu niskiego poziomu wiedzy optycznej długo nie udawało się takiego obiektywu zbudować. Pierwotne konstrukcje optyczne obiektywów, na jakie wówczas można się było zdobyć, były to jeszcze tylko **monokle, peryskopy, achromaty** i najdoskonalsze z posiadanych wówczas — **aplanały**. Wszystkie razem wraz z najdoskonalszymi posiadały jeszcze tyle wad, że musiały mimo wszystko pracować małym użytecznym kątem widzenia.

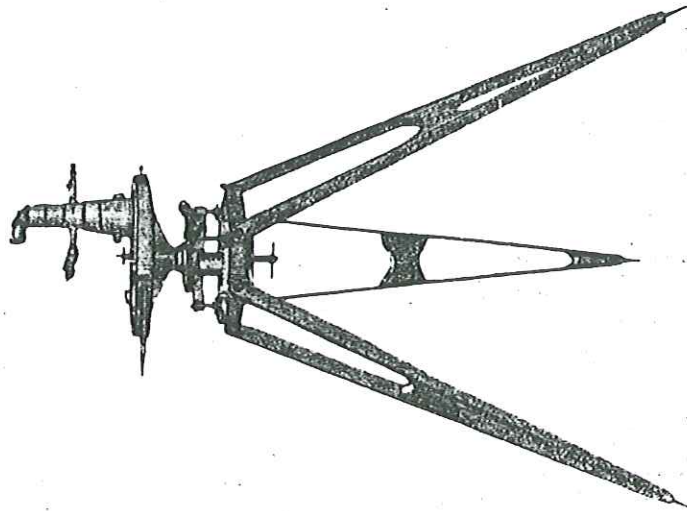
Poszukiwania natomiast pomysłów, mających na celu zwiększenie czynnego kąta fotografowania kamery, przy użyciu w niej obiektywu o **niezbyt wielkim kącie pracy**, zostały uwiecznione w wielu pomysłowymi rezultatami. Powstało dużo pomysłów, a wśród nich było wiele dobrych, niektóre można było nawet uważać za doskonałe jak na owe czasy.

Konstruktorami tych specjalnych kamer panoramowych byli przeważnie Niemcy, Anglicy, Francuzi, Amerykanie i Rosjanie.

Skonstruowane przez nich kamery były mniej lub więcej skomplikowanymi urządzeniami i przedstawiały konstrukcje z obiektywem samoczynnie obracającym się ruchem jednostajnym dookoła swego środka optycznego lub też dookoła pewnej osi, odległej od tego środka o długość ogniskowej obiektywu.

§ 16. Pierwsze specjalne konstrukcje kamer do ciągłych zdjęć panoramowych z drugiej połowy XIX wieku

Jedną z najpierwszych konstrukcji do otrzymywania ciągłych niesklejanych zdjęć panoramowych jest urządzenie wykonane przez Francuza Chevaliera w 1859 roku. Ilustrację do urządzenia



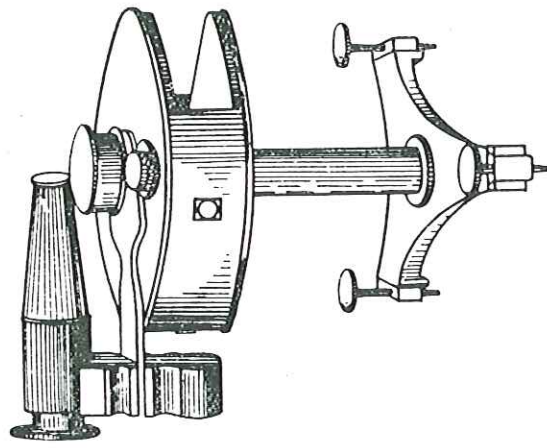
Rys. 39. Aparat Chevaliera do zdjęć panoramowych ciągłych

nia przedstawia fotografia na rys. 39. Działanie tego przyrządu jest w zasadzie podobne do działania kamery panoramowej zbudowanej według pomysłu Karla Mayera (patrz str. 94).

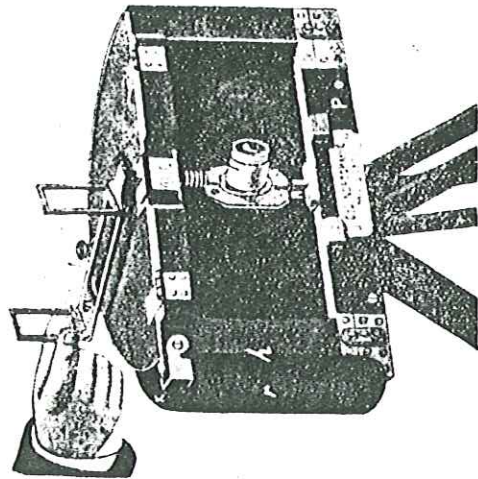
W tym samym roku 1859 Włoch Parro skonstruował na nieco innych zasadach kamerę do ciągłych zdjęć panoramowych, której konstrukcję przedstawia rys. 40.

Kamera Chevaliera miała obiektyw zaopatrzony w pryzmat lub lustro, które odbijało obraz i za pomocą odpowiedniego urządzenia przekazywało go na kliszę, umieszczoną w specjalnie pozostawionej i obracającej się kasecie. Kamera pomysłu Parro wykonywała zdjęcia na pasku światłoczułego papieru, który znajdował się na powierzchni cylindrycznego pierścienia. Przyrząd ten ilustruje rys. 40.

W roku 1884 Moessard skonstruował kamerę do ciągłych zdjęć panoramowych pn. „Zylindrograph”, przedstawioną na rys. 41. W aparacie tym nasświetla się film leżący na powierzchni wewnętrznej szklanego cylindra. Obiektyw obraca się poziomo dookoła pionowej osi, przechodzącej przez środek optyczny tego obiektywu.



Rys. 40. Aparat pomysłu Parro (1859) do zdjęć panoramowych ciągłych



Rys. 41. Zylindrograph Moessarda

Czynny kąt pracy tej kamery był bliski 180° .

W roku 1889 Carl Paul Stirn w Nowym Jorku skonstruował i opatentował kamerę panoramową do zdjęć ciągłych. (Nr patentu 49849 DRP).*

§ 17. Kamera panoramowa pomysłu W. Pinkernelle'a

Około roku 1890 W. Pinkernelle z Hamburga opatentował projekt nowej kamery za Nr 55660 DRP. W kamerze tej, jak to widać na rys. 42, obiektyw O obraca się dookoła punktu a obudowy. Oprawa b obiektywu w swej tylnej części przechodzi w tuleję, spłaszczoną w postaci szpary b_1 .

Materiał światłoczuły c (błona światłoczuła lub papier) znajduje powierzchnię wklęsłą. Materiał światłoczuły jest odległy od środka optycznego obiektywu O o długość równą ogniskowej danego aparatu i jest nasświetlany przez szparę b_1 .

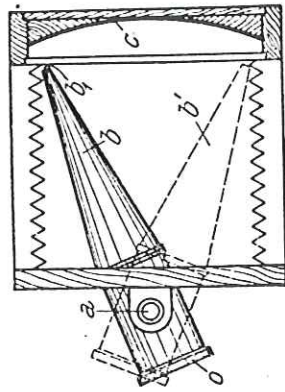
Nasświetlanie odbywa się w ten sposób, że obiektyw O obraca się w sposób ciągły i jednostajny za pomocą urządzenia zegarowego od jednego do drugiego krańcowego punktu swego obrotu. Kąt czynnego fotografowania tej kamery nie dochodzi do 180° .

§ 18. Kamera panoramowa pomysłu G. Dedreux

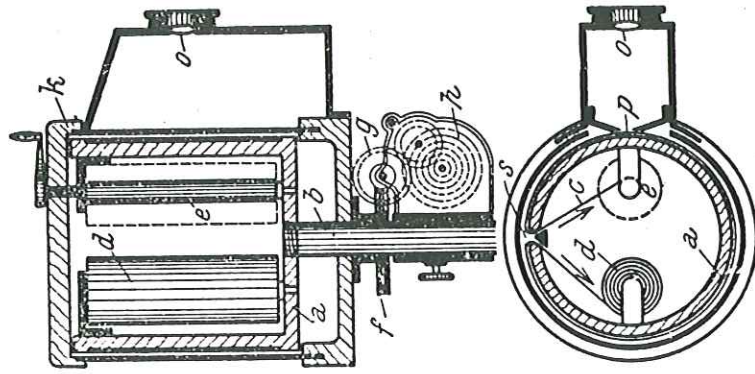
Znacznym udoskonaleniem kamery W. Pinkernelle'a, która dawała obraz tylko części horyzontu (co prawda większej, niż to się uzyskiwało zwykłym aparatem fotograficznym), jest kamera panoramowa do zdjęć ciągłych pomysłu G. Dedreux (ok. 1889—1890). Autor swój wynalazek opatentował za Nr 56515 DRP. Kamera ta daje kąt czynnego fotografowania niemalże równy 360° , a więc obejmuje prawie cały horyzont (patrz rys. 43 — przekrój).

Konstrukcja i rozwiązanie techniczne odbiega znacznie od wszystkich aparatów panoramowych dotychczas omówionych (patrz rys. 43). We wnętrzu korpusu kamery pionowy nieruchomy walec a jest opasany całkowicie taśmą materiału światłoczułego c , przez szczelinę S wprowadzonego do jego pustego wnętrza,

* Dokładne opisy patentów, których numery podajemy w treści i nie omawiamy, czytelnik znajdzie w Biurze Patentowym W-wa, Al. Niepodległości Nr 188 tel. 83803.



Rys. 42. Kamera panoramowa W. Pinkernelle'a



Rys. 43. Kamera panoramowa G. Dedreux

gdzie jest nawijany na rolkę d . Z rolki d materiał negatywowy wprowadzony jest na obudowę walca a , owija go całkowicie i tą samą szczeliną S wraca do wnętrza tegoż walca a , gdzie nawijany jest na rolkę e .

Po wykonaniu zdjęcia przewija się negatyw c przy pomocy korby z rolki d na rolkę e .

Walec nieruchomy a jest otoczony centrycznie obudową w postaci walca ruchomego K , do którego jest przymocowany obiektyw O wraz ze swoją oprawą. Za pomocą specjalnego mechanizmu zegarowego h i napędu ślimakowego f i g , obiektyw O wykonuje całkowity obrót jednostajnym ruchem dookoła osi b i przez szparę c eksponuje obraz na materiale światłoczułym c .

Rys. 43 przedstawia w rzucie poziomym i poprzecznym konstrukcję opisaną kamery i wyjaśnia szczegóły jej budowy i działania.

§ 19. Kamera panoramowa według patentu Nr 68503 DRP

W przeciwieństwie do konstrukcji pomysłu G. Dedreux, poprzednio opisanego, w której błona jest naświetlana na zewnętrznej powierzchni walca przez obracający się obiektyw dookoła tegoż walca, zgoda inne konstrukcyjnie rozwiązanie podaje patent Nr 68503 DRP.

Zasadniczą różnicą tutaj jest to, że w aparacie tej konstrukcji zostaje naświetlana obracająca się odpowiednio, płaska szklana płyta światłoczuła.

W kamerze panoramowej tej konstrukcji nie naświetla się od razu całej kliszy, lecz jest ona przesuwana w kamerze poziomo za pomocą specjalnego urządzenia tak, że szpara naświetlająca jest zawsze tak ustawiona do powierzchni kliszy, że promienie świetlne z obiektywu padają na kliszę pionowo i prostopadle do jej powierzchni.

Efekt ten jest w ten sposób osiągnięty, że prowadnicą kasety jest łuk, a obracający się dookoła swej osi obiektyw, poruszany odpowiednim mechanizmem, przesuwa jednocześnie kasetę ruchem sprężonym przy pomocy elastycznej taśmy tak, że klisza jest zawsze prostopadła do kierunku promieni, które ją eksponują.

Kąt czynnego fotografowania tego aparatu jest nieco mniejszy niż 180° , ale znacznie większy niż 90° .

§ 20. Kamera panoramowa pomysłu H. F. C. Hinrichsena z Hamburga — patent Nr 122499 DRP.

Wszystkie poprzednie kamery panoramowe do zdjęć ciągłych posiadały tę właściwość, że ruchomy obiektyw obracał się poziomo albo dookoła swej osi, albo dookoła walca, na którym umieszczono materiał światłoczuły. Konstrukcyjne zasady pomysłu Hinrichsena objaśnia rys. 44.

Obiektyw *b*, którego oś optyczna jest pozioma, rzutuje obraz na lustro *c* i wraz z nim i z całą kamerą obraca się dookoła osi pionowej, przechodzącej przez środek lustra *c*. Materiał światłoczuły jest umieszczony na walcu, którego oś jest równoległa do osi obiektywu (w poprzednio opisanych konstrukcjach oś ta

była przeważnie prostopadła do osi obiektywu). Przez obiektyw *b* promienie świetlne padają na lustro *c* i odbite pod kątem prostym padają na powierzchnię walca z błoną światłoczułą. Odbita od lustra wiązka promieni świetlnych, zostaje skierowana wąskim kanałem *f* i przez szczelinę *g* eksponuje obraz na filmie *a*.

Cała kamera jest umocowana na podstawie *h*, w której znajduje się czop *h₁* wmontowany w statyw *n*.

Ciężarek *m*, zawieszony na tarczy *o*, służącej do nawijania sznura, obraca całą część optyczną kamery.

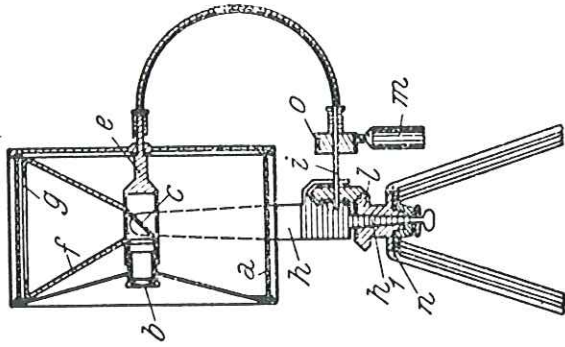
W czasie zdjęcia kamera wraz z obiektywem obraca się jednostajnym ruchem obrotowym dookoła pionu, przechodzącego przez środek statywu, natomiast sprężony z obiektywem kołami stożkowymi *l* ruchomy walec z materiałem negatywowym *a* obraca się dookoła osi optycznej obiektywu.

Kamera tego typu dawała obraz horyzontu niemalże całkowicie widzianego pod kątem 360° .

§ 21. Kamera panoramowa według patentu amerykańskiego Nr 624533 (122615 DRP) Firmy Eastman Kodak

Kamera Kodaka swoją konstrukcją przypomina nieco kamerę panoramową Moessarda pn. „Zylindrograph” i kamerę pomysłu W. Pinkernelle’a, posiada jednak to udogodnienie, że tutaj obiektyw eksponuje obraz na światłoczuły film, obracając się w jedną stronę lub czyniąc obrót powrotny (patrz rys. 45).

W przedniej części kamery, gdzie są ścianki *a* i *b*, znajdują się obiektyw *v* z tubusem *u*, który jest umocowany na osi *w* i dookoła niej się obraca. Punkt *w* jest jednocześnie środkiem łuku koła, na którego obwodzie umocowany jest światłoczuły film *f*.



Rys. 44. Kamera panoramowa H. F. C. Hinrichsena

kach XX wieku dość długo trzymali się pomysłów i koncepcji przytoczonych przez poprzednich autorów.

Przeważnie starano się w nowo powstających konstrukcjach ulepszać i udoskonalać stare pomysły.

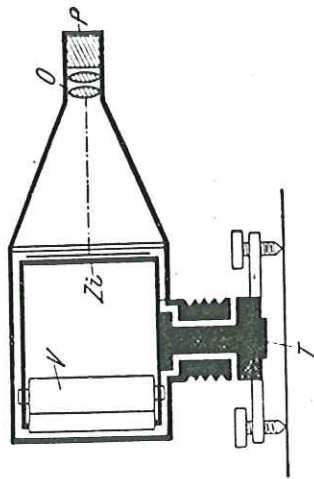
§ 22. Kamera panoramowa pomysłu A. Palletana

W roku 1910 Palletan skonstruował swoją kamerą panoramową, a w roku 1915 kamerę tę wyprodukowała francuska firma „Maihac” w Paryżu.

Kamera Palletana służy do wykonywania zdjęć panoramowych ciągłych i ma czynny kąt fotografowania niemalże równy 360° . Film jest naświetlany bezpośrednio, a nie przez cienką szybkę walca szklanego, jak to miało miejsce przy niektórych poprzednich konstrukcjach.

Światłoczuły film opasuje walec Z_i , prostopadły do podstawy kamery (urządzenie to pokazuje rys. 46). We wnętrzu tego walca znajduje się również szpula zapasowa V oraz szpula do nawijania filmu A .

Walec Z_i jest połączony za pomocą prostopadłej osi T z głowicą statywu. Drugi walec zewnętrzny obejmujący centrycznie poprzedni z przytwierdzoną do niego oprawą obiektywu może być obracany dookoła osi T . Ten zewnętrzny walec zamyka szczelinie walec Z_i ; pozostawiając tylko wąską szczelinę S , prostopadłą do podstawy kamery. Naprzeciwko szczeliny S znajduje się obiektyw O .



Rys. 45. Kamera firmy Eastman Kodak

Film odwija się z rolki i , nawijając się po każdym zdjęciu na rolkę k .

Kąt zdjęcia tej kamery jest mniejszy od 180° , ale większy znacznie od 90° .

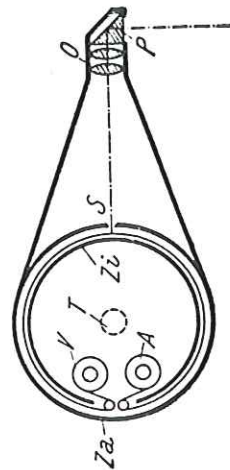
*

W końcu XIX wieku i na początku XX wieku opatentowano jeszcze kilka pomysłów kamer panoramowych do zdjęć ciągłych, a to ich numery:

Patent Nr 131325 DRP. Patent Nr 158113 DRP. Patent Nr 198197 DRP.

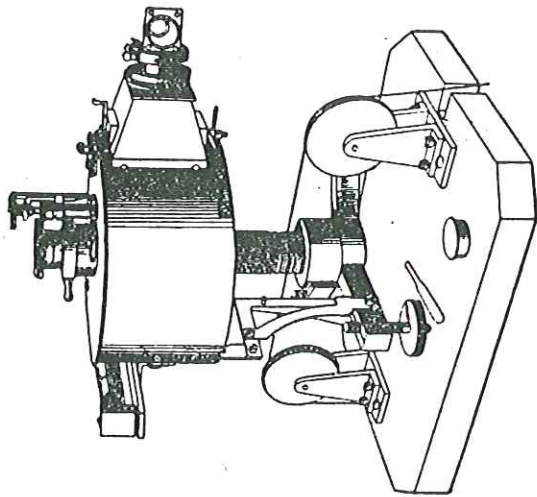
W roku 1907 Müller Klein in Rhöndorf a/Rn (Rhein) skonstruował swą kamerą panoramową do zdjęć z lotu ptaka i opatentował ją za Nr 204915 DRP.

Konstruktorzy kamer panoramowych w pierwszych dziesiąt-



Rys. 46. Schemat kamery A. Palletana

Rys. 47. Kamera panoramowa
A. Palletana



Obiektyw O ma umocowany przed sobą pryzmat P.

Ekspozycja materiału światłoczułego następuje tutaj przez szparę S podczas obrotu obiektywu O dookoła osi T.

Obrót obiektywu jest powodowany przez spadający ciężarek, którego przyspieszona prędkość spadania zostaje zamieniona na prędkość jednostajną przez odpowiednie urządzenie hamujące.

Ogólny widok budowy całego aparatu i konstrukcji urządzeń hamujących pokazuje rys. 47.

§ 23. Kamera panoramowa pomysłu I. W. Bagleya

Kiedy I. W. Bagley skonstruował swoją kamerę, to w tym czasie do otrzymywania obrotowych ciągłych zdjęć panoramowych było już znanych kilka rodzajów kamer podobnego typu. (Zylindrograph Moessarda i kamera Pinkernelle'a). Szerokie zastosowanie znalazła tylko kamera Bagleya mimo istnienia innych podobnego typu konstrukcji.

W kamerze tej taśma filmowa szerokości około 12 cm, wychodząc ze szpuli przylega do wklęsłej powierzchni walcowej ze szkła. Promień krzywizny tej powierzchni walcowej wynosi 13,5 cm i jest równy ogniskowej obiektywu danej kamery. Następnie światłoczuła taśma jest nawijana na drugą szpulę.

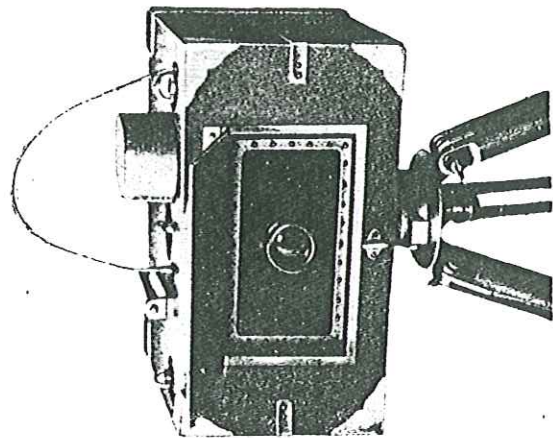
Obiektyw tej kamery „Tessar” o jasności $f = 1 : 6,3$ może być obracany dookoła osi, przechodzącej przez środek optyczny obiektywu i prostopadłej do osi obiektywu. Obrót obiektywu

w czasie zdjęcia odbywa się w sposób ciągły i jednostajny. Z oparą obiektywu jest połączone odpowiednie urządzenie klinowe, zakończone szparą projekcyjną szerokość ok. 1 cm. Szpara ta przesuwają się odpowiednio blisko siebie przy powierzchni walcowej, na której znajduje się film.

Naświetlanie czyli ekspozycja filmu odbywa się za pomocą specjalnego urządzenia sprężynowego, którego szybkość można regulować. Wspomniane urządzenie obraca obiektyw dookoła osi i przez opisaną szparę powoduje naświetlenie filmu.

Kamera ta prócz ogólnego zastosowania była również przeznaczona do wykonywania między innymi zdjęć do prac geodezyjnych. Bagley zbudował do tej kamery również specjalne urządzenie pn. „fotoalhidade”, przy którego pomocy można było z kopii na papierze fotograficznym odczytywać wielkość kątów poziomych.

Ogólny widok zewnętrzny tej kamery przedstawia fotografia na rys. 48. Są jeszcze inne kamery panoramowe*.



Rys. 48. Kamera panoramowa I. W. Bagleya

§ 24. Kamera panoramowa pomysłu Karla Mayera

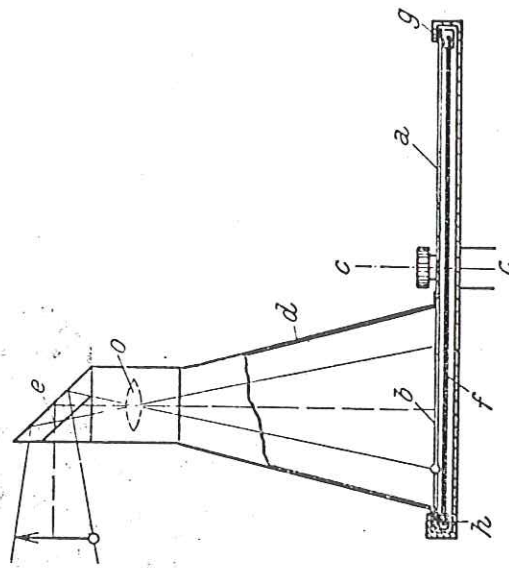
Inną metodę wykonywania ciągłych zdjęć panoramowych zastosował w swej kamerze Karl Mayer. (Pat. Nr 380 102 DRP).

W dotychczas spotykanych kamerach panoramowych prze-

* W roku 1914 firma optyczna Anstalt C. P. COERZ Akt.-Ges. w Berlinie — Fridenau wyprodukowała kamerę panoramową i opatentowała ją za Nr 287488 DRP.

ważnie albo obiektyw poruszał się ruchem obrotowym dookoła swej osi, albo też poruszał się dookoła walca, na którym znajdował się materiał światłoczuły.

Karl Mayer urzeczywistnił ideę sfotografowania dokładnie całego horyzontu o kącie 360° i otrzymał jego obraz na płycie szklanej płaskiej. Było to teoretyczne rozwiązanie, które jednak w praktyce trafiło na pewne trudności otrzymania jednakowej ekspozycji dla wszystkich miejsc kliszy. Horyzont na zdjęciu nie przedstawiał linii prostej, lecz dawał obraz swój w postaci linii obwodu koła. Płaszczyzna pozioma fotografowanego terenu, leżąca pod horyzontem, obejmuje na obrazie horyzont na zewnątrz, tworząc obraz o swoistej perspektywie.



Rys. 49. Kamera panoramowa Karla Mayera

Rys. 49 przedstawia schematycznie konstrukcję kamery pomysłu Mayera. W kamerze tej przed obiektywem może być umieszczony albo odpowiedni pryzmat, albo lustro e , które rzutuje na obiektyw pod kątem prostym padający nań obraz optyczny. Obiektyw O z kolei rzutuje obraz przez szczelinę na kliszę, umieszczoną w kasecie h .

Obudowa d obiektywu i pryzmatu obraca się ruchem jednostajnie obrotowym dookoła osi $c-c$ wraz z płytą płaską a , w któ-

rej jest zrobiona szpara b , służąca do nasświetlania nieruchomej kliszy f .

Na zdjęciu panoramowym Mayera linie, które w rzeczywistości są pionowe, tutaj są zbieżne w jednym punkcie, który jest środkiem koła tworzącego linię horyzontu.

Na wszystkich zdjęciach panoramowych ciągłych, otrzymanych za pomocą poprzednio omawianych kamer, przeważnie obrazy linii pionowych wychodziły jako linie równoległe i przy tym wszystkie były prostopadłe do horyzontu, który poprzednio był również linią prostą.

*

Nie brakło również w tym czasie doświadczeń i pomysłów dążących do opracowania sposobów otrzymywania zdjęć panoramowych stereoskopowych. Największą trudność stanowiło dzielenie na części i łączenie pozytywów. William Kennedy i Laurance Dickson w Londynie otrzymali patent na swój wynalazek, który wspomniane trudności usuwał.

§ 25. Kamera panoramowa fabryki Meopta w Czechosłowacji

W ostatnich latach dla szerokiego użytku krajowego i zagranicznego fabryka Meopta w Czechosłowacji skonstruowała dość ciekawą kamerę panoramową „Pankopta”.

Na normalnej taśmie zwojowej używanej w aparatach formatu 6×9 kamera ta wykonuje trzy zdjęcia o formacie 55×237 mm.

Kąt widzenia każdego zdjęcia wynosi 130° . Na jednej błonie można wykonać zdjęcie pełnej panoramy, obejmującej kąt 360° horyzontu, razem z koniecznymi marginesami, czyli minimalnym zachodzeniem na siebie sąsiadujących zdjęć.

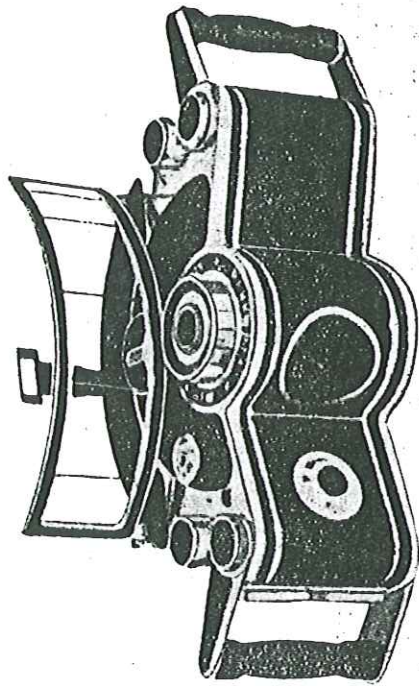
Tak duży kąt pojedynczego zdjęcia (przy jednoczesnym użyciu obiektywu o stosunkowo długiej ogniskowej) uzyskano dzięki temu, że obiektyw w czasie zdjęcia obraca się dookoła osi pionowej.

Z ruchem obiektywu jest ściśle zsynchronizowany ruch migawki o odpowiedniej konstrukcji.

A oto bliższe dane techniczne aparatu:

1. Obiektyw niesymetryczny, czterosczevkowy, trójczłonowy anastygmat o nazwie „Belar”, jasność $f = 1 : 4,5$, długość ogniskowej $F = 105$ mm, optyka obiektywu pokryta warstwą przeciwodblaskową.
2. Ostrość ustawiona na stałą odległość (fix focus).
3. Migawka o specjalnej konstrukcji, napędzana mechanizmem poruszającym jednocześnie obiektyw. Naciąg migawki odbywa się przez pokręcenie gałki, znajdującej się nad obiektywem. Jednocześnie obiektyw zostaje ustawiony w położeniu wyjściowym po każdym zdjęciu.
4. Szybkość mechanizmu napędowego powodującego ruch obiektywu, od którego zależy czas ekspozycji zdjęcia, może być ustawiana na 6 różnych wartości w zakresie od $1/2$ do $1/200$ sekundy.
5. Przesuw filmu dokonuje się przez uruchomienie jednej z dwu dźwigni (szybki przesuw), służących normalnie jako uchwyty do trzymania aparatu w czasie zdjęć z ręki. Aparat posiada podwójną blokadę.
6. Wymiary aparatu: $100 \times 231 \times 156$ mm, ciężar 1,8 kg.

Ogólny widok kamery „Pankopta” przedstawia fotografia rys. 50.



Rys. 50. Kamera panoramowa „Pankopta” firmy Meopta

Kamera „Pankopta” mimo nowoczesnego wykonania oparta jest na dawnych pomysłach obracania obiektywu dookoła osi, przechodzącej przez jego środek optyczny.

Wyżej wymienione dane sporządzono na podstawie miesięcznika Związku Fotografów Polskich *Fotografia* Nr 4 kwiecień 1961 r.

§ 26. Wykaz kamer panoramowych według numerów patentów, zarejestrowanych w ostatnich 40 latach

Na początku i w późniejszych latach pierwszej połowy XX wieku powstała dość spora liczba różnych pomysłów i projektów, rozwiązujących najrozszaconiej zagadnienie konstrukcji kamer panoramowych do zdjęć ciągłych.

Świadczy to niewątpliwie o tym, że zagadnienie zdjęć panoramowych stale było zagadnieniem żywotnym.

Wiele z tych różnych koncepcji pozostało tylko w ramach pomysłów i projektów, a wiele z nich konstruktorzy opatentowali.

A oto wykaz niektórych pomysłów opatentowanych, które udało się autorowi wyszukać i zebrać.

W roku 1922 S. Richards i dr Mikul Paulsen in Logan USA skonstruowali kamerę panoramową i opatentowali ją za Nr 390892.

W roku 1926 opatentował swoją kamerę panoramową Alfred Manz za Nr 505241 DRP.

W roku 1936 opatentował swoją kamerę panoramową A. Michel za Nr 655666 DRP.

W roku 1937 opatentował swoją kamerę panoramową Becker za Nr 698951 DRP.

W roku 1944 opatentował w Związku Radzieckim swoją kamerę panoramową Dolinskij za Nr 63191 SSR.

W roku 1947 w Związku Radzieckim opatentował swoją kamerę panoramową Semenow za Nr 67844 SSR.

§ 27. Ogólna ocena zalet i wad kamer panoramowych obrotowych i ich ogólna przydatność w pracy

Wszystkie skonstruowane dotychczas kamery panoramowe do zdjęć ciągłych, których opis konstrukcji i sposób pracy został przytoczony, niewątpliwie były wielkim sukcesem i postępowaniem w tej dziedzinie prac fotograficznych, wyeliminowały bowiem wiele czynności dodatkowych, które musiał wykonywać fotografujący aparatem zwykłym. Odpadła niewątpliwie cała tak bardzo skomplikowana praca organizacyjna. Odpadła również uciążliwa praca wieloserijnego kopiowania odbitek, cała praca fotomontażu pozytywów i wszelkie inne drobniejsze czynności z tym związane.

Ponadto wszystkie zdjęcia panoramowe tak wykonane nie miały usterek tonalnych nierównomiernego wykopiowania odbitek, gdyż nie były ze sobą sklejane itp.

Należy stwierdzić, że wszystkie dotychczas poznane kamery panoramowe do zdjęć ciągłych były tak konstrukcyjnie rozwiązywane, że można nimi było robić zdjęcia w plenerze, a więc przeważnie krajobrazy. Niektóre z nich, to jest te, które dawały pełny obrót, o 360°, nadawały się np. do wykonywania różnorodnych obrazów powierzchni walcowych od wewnątrz. Nie można jednak było tymi samymi kamerami wykonywać rozwinięcia obrazu zewnętrznej powierzchni walcowej i innych powierzchni wewnętrznych dowolnych brył. Zastosowanie tych kamer ograniczało się więc do niewielu rodzajów prac fotograficznych.

Należy z tego wyciągnąć wniosek, że specjalne kamery panoramowe nie mogły wyprzeć przy wielu pracach zakresu fotografii panoramowej zwykłego aparatu fotograficznego, użytego do zdjęć pokretnych i posuwowych.

Na usprawiedliwienie tego faktu wypada nadmienić, że tematyka zdjęć panoramowych była przed kilkadziesiątoma laty daleko uboższa niż dzisiaj, że wiele zagadnień aktualnych obecnie wtedy jeszcze w ogóle nie istniało i że dlatego konstruktorzy nie czuli potrzeby rozwiązywania zagadnień niemal nie istniejących.

Spodziewamy się jednak, że niedaleka przyszłość usunie powstałe luki w brakach aparaty panoramowej i że fotografujący dostanie do rąk nowe doskonalsze konstrukcje.

Jakkolwiek aparaty specjalne uproszczyły pracę, to jednak nie usunęły one wszystkich niedostatków natury technicznej, jakie często w pewnych okolicznościach występują w zdjęciach panoramowych. W wielu pracach technicznych jako kardynalny wadunek stawiamy osiągnięcie najwyższej ostrości i siły rozdzielczej otrzymanego obrazu.

Możność spełnienia tego warunku zależy przede wszystkim od następujących czynników:

1. *użycie do zdjęć obiektywu o dużej sile rozdzielczej,*
2. *nastawienie obiektywu na najlepszą ostrość obrazu,*
3. *wyeliminowanie w czasie ekspozycji wszelkich wstrząsów kamery, aby rzutowany przez obiektyw na kliszę obraz optyczny nie doznawał żadnych nawet najdrobniejszych przesunięć na kliszy.*

4. *inne czynniki — jak dobór materiałów negatywowych i pozytywowych o wysokiej zdolności rozdzielczej, właściwe opracowanie chemiczne itp.*

Przeważnie wszystkie kamery panoramowe mają stałą ostrość, nie dającą się regulować, a więc warunku 2 nie spełniają.

Najtrudniej jednak spełnić warunek 3.

Wszystkie konstrukcje kamer panoramowych posiadają tę właściwość, że w czasie zdjęcia przeważnie obiektyw wykonywał pewien ruch obrotowy w sposób mniej lub więcej skomplikowany. Mielśmy i takie wypadki, kiedy jednocześnie obiektyw i materiał negatywowo wykonywał pewne dość skomplikowane ruchy. Wszelki ruch nawet w najdoskonalszych warunkach technicznych daje zawsze pewnego rodzaju nawet niewyczuwalne drgania i wstrząsy, które mogą wywołać drobne przesunięcia obrazu optycznego na negatywie w czasie ekspozycji.

Kiedy od zdjęcia panoramowego będziemy wymagali przede wszystkim maksymalnej siły rozdzielczej i ostrości, zdjęcia panoramowe wykonane specjalnym aparatem będą musiały ustąpić zdjęciom ze zwykłego aparatu wykonanym metodą pokretną lub posuwową.

W panoramowych kamerach obrotowych nie wszystkie części negatywu są naświetlane w tym samym momencie, ale stopniowo, po pewnym czasie, potrzebnym na to, aby obiektyw wykonał obrót. To może mieć znaczenie przy fotografowaniu motywów,

na tle których odbywa się szybka akcja i różne obiekty bardzo szybko zmieniają miejsce swego położenia. Wówczas panoramowe kamery się nie nadają.

Przekonamy się nieco później, że jednak skonstruowano już obiektywy fotografujące w jednym momencie całą przestrzeń pod kątem 360°.

Niewątpliwie istnieje jeszcze cała masa różnych pomysłów rozwiązania technicznego kamery do ciągłych zdjęć panoramowych, których omawiać nie będziemy. Zagadnienie zdjęć panoramowych jest stale coraz bardziej aktualne i interesujące ludzi.

Od dawna aż do ostatnich czasów starano się fotografię panoramową wykorzystać do celów kina. Już Moessard z Amerykaninem Chasem pracowali w 1892 roku nad pomysłem kina panoramicznego, potem Ludwik Lumière w 1903 roku, w roku 1907 Francuz Raul Grimon-Sanson przedstawił na wystawie w Paryżu „Cineoramę”, a w kilkadziesiąt lat potem w 1955 r. powstaje „Circarama” Disneya i niemal zaraz potem, bo w 1959 roku, „Krugorama” radziecka. W stadium prób znajduje się „Cinetaorium” pomysłu hamburskiego producenta filmowego Adalberta Baltesa.

Wszystko to w dostateczny sposób świadczy o żywotności i aktualności zagadnienia zdjęć panoramowych.

ROZDZIAŁ IV

ZDJĘCIA PANORAMOWE WYKONANE PRZY POMOCY SPECJALNIE SKONSTRUOWANYCH UKŁADÓW OPTYCZNYCH

§ 28. Pełny obraz całkowicie otaczającej nas przestrzeni

Mimo wielu wysiłków dotychczas nie udało się skonstruować takiego obiektywu o klasycznej budowie, który by w jakiś sposób dość poprawny (zgodnie z pewnymi prawami jakiejś perspektywy pokrewnej do naszego widzenia) potrafił wytworzyć obraz całkowicie otaczającej nas ze wszystkich stron przestrzeni. Nie udało się nawet otrzymać czegoś znacznie skromniejszego, a mianowicie obiektywu o klasycznej budowie, który by porafił wytworzyć dość poprawny obraz szerszego lub węższego pasa przestrzeni po obu stronach horyzontu w obrębie całkowitego obwodu, o kącie 360°.

W ostatnich czasach bardzo pomysłowy sposób otrzymania zdjęć panoramowych zastosował hamburski producent filmowy Adalbert Baltès. Wykorzystał on do tego celu układ złożony z jednego zwykłego aparatu fotograficznego, który w tym układzie ustawiony jest obiektywem pionowo do góry i fotografuje obraz otoczenia odbity w lustrze kulistym, które w tym samym pionie znajduje się w pewnej odległości nad obiektywem i jest sprzężone z kamerą.

Najśmielsze jednak pomysły otrzymania specjalnych obiektywów panoramowych udało się zrealizować konstruktorom przez opracowanie specjalnej konstrukcji obiektywu pn. „Torus”.

Starano się nim fotografować obszar całego pasa horyzontu.

Chodziło tutaj o możliwość zarejestrowania w postaci fotogramu zachmurzenia widnokregu na całej jego przestrzeni 360°, odtworzenia procesu powstawania chmur, ich zanikania itp.

§ 29. Stosowanie obiektywu o konstrukcji „Torus”

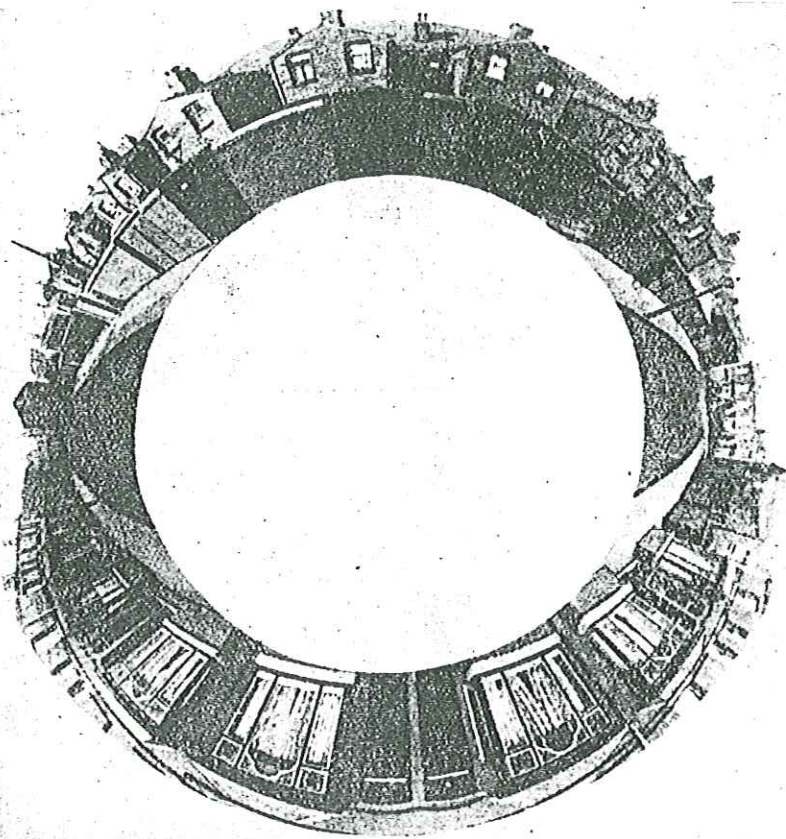
Obiektyw o specjalnej budowie pn. „Torus” można z powodzeniem zastosować do fotografii panoramowej. Przy pomocy tego obiektywu, ze względu na jego właściwości, można wykonywać pewnego rodzaju zdjęcia panoramowe, które wykonywane innymi urządzeniami mogły się nam nie udawać.

Kamerę fotograficzną z obiektywem tego typu ustawiamy do zdjęć w ten sposób, że matówka zajmuje położenie poziome, zaś oprawa, czyli tubus obiektywu jest pionowo skierowany ku górze. Obraz na matówce musimy obserwować od dołu, co nie jest zbyt wygodne. Znacznie łatwiej pracować, gdy obiektyw taki jest wmontowany do lustrzanki albo do specjalnie w tym celu skonstruowanej kamery z lustrem lub pryzmatem.

Obiektyw tego typu, przy takim położeniu aparatu, widzi wszystko dookoła siebie poziomo wzdłuż całego horyzontu na przestrzeni 360° i daje obraz w postaci niezbyt szerokiego pasa kolistego. Fotografia na rys. 51 przedstawia obraz ulicy sfotografowanej przy pomocy wspomnianego obiektywu. Obraz całego horyzontu i jego obustronnego otoczenia powstaje tu na płaskiej kliszy.

Fotografie panoramowe, otrzymane przy pomocy tego rodzaju obiektywów, należy traktować jako zdjęcia o swoistego rodzaju perspektywie, nie spotykanej dotychczas w żadnym rodzaju omówionych aparatów panoramowych.

Chociaż aparat w tym wypadku pracuje pełnym kątem aż 360°, ani obiektyw, ani też klisza w czasie ekspozycji zdjęcia nie wykonują żadnych obrotów, jak to miało miejsce przy poprzednio opisanych kamerach panoramowych ze zwykłymi obiektywami. Dlatego zdjęcia wykonane przy pomocy takiego urządzenia mogą dawać nienaganną ostrość i siłę rozdzielczą. Ponadto od razu cały obraz naświetla się na kliszy w czasie ekspozycji, co znów gwarantuje, że przedmioty będące w ruchu nie zostaną sfotogra-

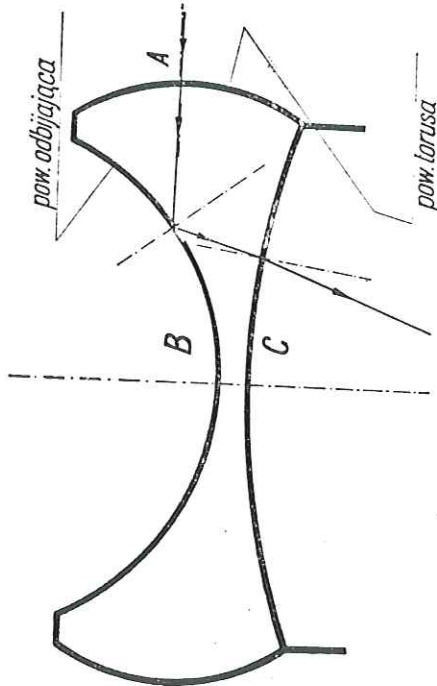


Rys. 51. Zdjęcie panoramowe wykonane przy pomocy obiektywu „Torus” fowane jednocześnie w kilku miejscach, jak to się mogło zdarzyć przy kamerach obrotowych.

Ze względu na swoistą perspektywę tego rodzaju zdjęć będą one w pewnej mierze przypominały zdjęcia wykonane aparatami Chevaliera i Karla Mayera, które również dają linię horyzontu w postaci koła z tą tylko różnicą, że dla „Torusa” obraz jest zawarty wewnątrz kolistego horyzontu, a tutaj jest na zewnątrz (patrz rozdz. „Perspektywa różnego rodzaju zdjęć panoramowych”).

Obiektyw typu „Torus” wraz ze swymi soczewkami ma dość

niezwykły kształt, jak to pokazuje rys. 52. Górna soczewka tego obiektywu o oryginalnym kształcie zmienia bieg przenikających ją promieni w granicach około 90° od pierwotnego kierunku. Boczna i jednocześnie zewnętrzna powierzchnia tej soczewki jest właściwą częścią powierzchni „Torusa” i odgrywa tutaj zasadniczą rolę*.



Rys. 52. Soczewka „Torus”

Górna soczewka „Torusa” przy pomocy swych trzech powierzchni optycznych A, B, C, kieruje boczne padające nań promienie po ich załamaniu i odbiciu do wnętrza oprawy obiektywu, a stąd do wnętrza kamery, gdzie padają na płaską kliszę i eksponują obraz.

Górna soczewka „Torusa” jest całkowitym zaprzeczeniem klasycznej definicji soczewki, w myśl której soczewka zmienia kierunku biegu promieni dzięki zjawisku załamania i wiązkę promieni rozbieżnych przetwarza w wiązkę promieni zbieżnych dających obraz optyczny. „Torus” nie tylko załamuje wiązkę promieni, ale równocześnie odbija je od powierzchni B, odgrywającej tutaj rolę

* Torusem nazywamy bryłę, która powstaje z obrotu powierzchni koła dookoła osi, leżącej w tej samej płaszczyźnie, co i koło, lecz nie przecinającej się z nim. Torusem będzie więc bryła przypominająca wyglądem obarzanek lub napompowaną dętkę samochodową.

lustro, i zmniejsza kierunek biegu tych promieni o kąt w granicach około 90° .

Prawa perspektywy dla tego rodzaju obiektywu, jak już wspomnieliśmy, są zupełnie inne niż dla zwykłych obiektywów fotograficznych. Mimo to obiektyw ten daje swoisty obraz, który można optycznie odpowiednio przetworzyć tak, że w nowej postaci da perspektywę zgodną z perspektywą, jaką otrzymujemy kamerami panoramowymi np. pomysłu Palletana lub innymi pokrewnymi konstrukcją. Do pewnych celów np. meteorologicznych specyficzna perspektywa obrazów obiektywów typu „Torus” wcale nie dyskwalifikuje takiego zdjęcia; spełnia ono doskonale swą rolę bez potrzeby przetwarzania go.

Kto wie, czy obiektywy o budowie „Torusa” nie odegrają w przyszłości bardzo ważnej roli w dziedzinie kina panoramicznego dla ekranu o kącie widzenia równym 360° i czy nie wyprą innych konstrukcji.

§ 30. Stosowanie zestawu ze zwykłej kamery sprzężonej z lustrami sferycznymi

Pomysł wykonywania zdjęć panoramowych przy pomocy zwykłego aparatu fotograficznego, sprzężonego odpowiednio z wypukłym lustrem sferycznym, podał w ostatnich czasach hamburski producent filmowy Adalbert Baltes.

Aparat fotograficzny w tym układzie ustawiony jest tak, że oś optyczna obiektywu jest pionowa, sam zaś obiektyw jest skierowany ku górze, a pozioma matówka znajduje się pod nim. Przy takim położeniu aparatu zmuszeni jesteśmy obserwować obraz patrząc od dołu, co jest oczywiście niewygodne. Dlatego też lepiej jest do zdjęć tego rodzaju używać lustrzanek lub specjalnie do tego celu skonstruowanych kamer.

Nad aparatem znajduje się lustro sferyczne tak umieszczone, że oś optyczna obiektywu przechodzi przez środek jego krzywizny, a lustro swą wypukłością jest zwrócone do obiektywu. Odległość obiektywu od powierzchni wypukłej lustra musi być odpowiednio dobrana i odległość środka optycznego obiektywu od najbliższego punktu powierzchni lustra w żadnym wypadku nie może być mniejsza niż podwójna ogniskowa obiektywu.

Odległość lustra sferycznego od obiektu musi być jeszcze uzależniona i od tego, ażeby wszystkie partie obrazu, znajdującego się na powierzchni lustra, dały się na matówce ustawić ostro.

Od długości ogniskowej obiektu zależy również średnica lustra: im ogniskowa dłuższa, tym średnica lustra większa.

Lustro sferyczne srebrzone po zewnętrznej powierzchni wykupkiej i aparat fotograficzny tworzą jeden sztywny i sprężony układ fotografujący.

Obraz otaczającego nas motywu, który mamy fotografować, odbija się w lustrze i jest widziany na matówce po uregulowaniu ostrości.

Do zdjęć tego rodzaju przeważnie najlepiej jest zaopatrzyć się w lustro kuliste, są one najłatwiejsze w produkcji. Jednak w wielu wypadkach, teoretycznie uzasadnionych, należałoby stosować do tego rodzaju zdjęć, zależnie od tematyki, tylko lustro eliptyczne, paraboliczne lub hiperboliczne, choć tego rodzaju lustra znacznie trudniej jest dostać w handlu.

Początkujący amatorzy i wszyscy ci, którzy będą stawiali pierwsze kroki przy wykonywaniu fotografii panoramowych, mogą do swych prac zastosować zamiast luster kulistych, o które też jest trudno, po prostu szklane bombki kuliste na choinkę, posrebrzane, o powierzchni lustrzanej, a nie matowej. Jeżeli do zdjęć zastosujemy aparat leicowskiego formatu, co nie zawsze jest wskazane, wówczas wystarczy, aby bombki posrebrzane miały średnice w granicach 6—10 cm, a dla większych formatów kamer średnice znacznie większe.

Zależnie od tematyki zdjęć możemy wymieniać lustro sferyczne (bombki na choinkę) o różnych promieniach krzywizn.

Do tego rodzaju fotografii z dużym powodzeniem można użyć obiektów szerokokątnych, gdyż dystorsja i przerysowanie odległościowe i boczne w tym wypadku nie mają większego znaczenia. Tłumaczy się to tym, że obraz na matówce czy też kliszy ma perspektywę tak dalece niezgodną z perspektywą naszego dwuocznego widzenia, iż wszelkie zniekształcenia powstałe wskutek właściwości obiektu nie pogarszają specjalnie sytuacji. Można by nawet twierdzić, że przeciwnie właśnie boczne przerysowanie obiektu nieco w tym wypadku sytuację polepsza.

Obiektów szerokokątny rozciąga obraz na brzegach kliszy wskutek bocznego przerysowania perspektywicznego, gdy tymczasem obraz odbity na lustrze sferycznym i widziany na matówce ma tę własność, że ku brzegom kliszy obraz coraz bardziej się ściągają (zwłaszcza te partie, które zdążają ku horyzontowi). Wiadźmy więc, że występują tu dwa zjawiska wzajemnie się znoszące, choć rozciąganie obrazu przez obiektów jest stosunkowo małe w porównaniu ze „ściągnięciem” obrazu przez lustro sferyczne. Dobierając odpowiednio krzywizny luster można by to „ściągnięcie” znacznie złagodzić i rozluźnić zagęszczenie szczegółów obrazu, jakie następuje zresztą na horyzontcie w każdym rodzaju perspektywy.

Wydaje się mi, że tutaj najlepsze byłyby lustro hiperboliczne lub o powierzchniach krzywych zbliżonych do tego kształtu.

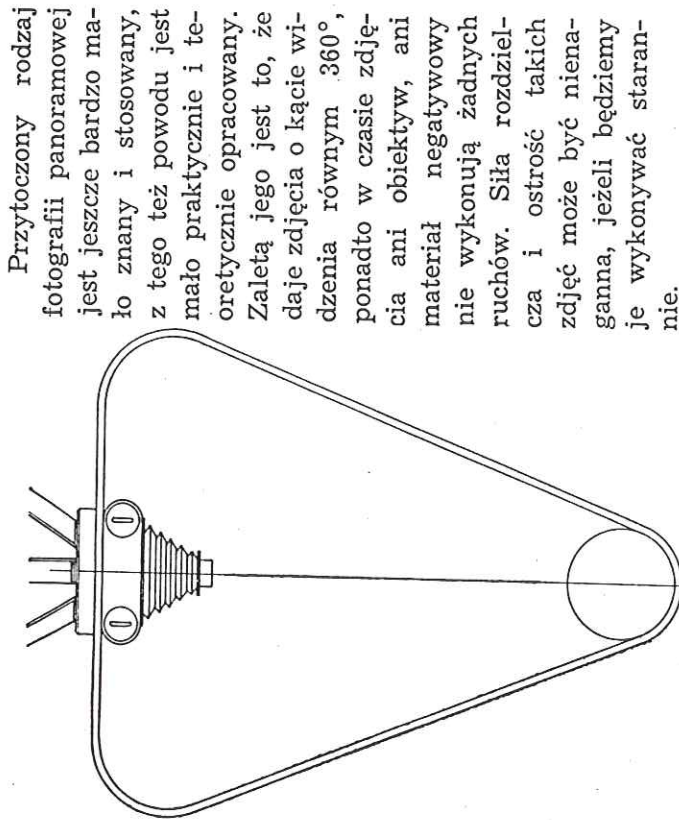
Jak już wspominaliśmy, zdjęcia tego typu mają perspektywę inną i niezgodną z prawami naszego dwuocznego lub jednoocznego widzenia. Można jednak zdjęcia takie odpowiednio przetworzyć i wtedy dopiero zyskają one układ perspektywiczny podobny lub zgodny z prawami perspektywy naszego widzenia lub z prawami perspektywy zgodnej z perspektywą normalnego aparatu fotograficznego. Przetwarzanie takiego zdjęcia nie jest nawet specjalnie trudne i może być wykonane przez ten sam zestaw fotografujący użyty jako powiększalnik.

Wyeksponowany i wywołany negatyw musi ponownie zająć to samo miejsce w kamerze co poprzednio, poza nim umieścimy odpowiednio osłonięte źródło światła, żeby oświetlało tylko negatyw i nie zaświeciło innych miejsc przetrzeni. Całe urządzenie umieszczamy odpowiednio wewnątrz walca, który na obwodzie swej wewnętrznej powierzchni będzie wyłożony światłoczułym papierem fotograficznym.

Należy drogą prób dobrać właściwy czas ekspozycji papieru fotograficznego, który po wywołaniu, utrwaleniu itp. da nam przetworzony odpowiednio pozytywny. Perspektywa takiej odbitki będzie bardzo zbliżona do perspektywy zdjęć panoramowych, otrzymanych metodą obrotową, gdzie obraz w czasie ekspozycji jest właśnie rzutowany na walec.

Można również obraz bezpośrednio rzutowany oglądać na walcowym ekranie. Zależnie od doboru odpowiedniej średnicy

walca będziemy mogli rzutowany obraz widzieć w mniejszym lub większym powiększeniu po ustawieniu odpowiedniej ostrości. Można również tego rodzaju negatywy bezpośrednio kopiować na papier, ale wtedy otrzymamy tylko wierną kopię ze wszystkimi zniekształceniami perspektywicznymi obrazu.



Przytoczony rodzaj fotografii panoramowej jest jeszcze bardzo mało znany i stosowany, z tego też powodu jest mało praktycznie i teoretycznie opracowany. Zaletą jego jest to, że daje zdjęcia o kącie widzenia równym 360° , ponadto w czasie zdjęcia ani obiektów, ani materiał negatywowo nie wykonują żadnych ruchów. Siła rozdzielcza i ostrość takich zdjęć może być nienaganna, jeżeli będziemy je wykonywać starannie.

Ujemną cechą tych zdjęć jest to, że siła rozdzielcza bardziej niż w innych wypadkach małe w miarę zbliżania się do horyzontu, jako miejsca położonego w nieskończoności.

Szerokie pole zastosowania powinna tego rodzaju fotografia znaleźć w pewnych pracach Milicji Obywatelskiej, w fotografii detektywistycznej, do obserwacji szerokiego terenu, w archeologii, w dokumentaryzacji zabytków, w marynarce zwłaszcza w promieniach podczerwonych — w czasie mgły.

Rys. 53 przedstawia schematycznie zespół złożony ze zwykłej kamery i lustra kulistego.

ROZDZIAŁ V

WARUNKI WYKONYWANIA ZDJĘĆ PANORAMOWYCH

§ 31. Kompozycja obrazu zdjęć panoramowych

Kiedy wszystkie warunki techniczne poprawnego wykonania zdjęcia zostały ustalone, należy pomyśleć o opracowaniu właściwej kompozycji obrazu, jeśli oczywiście jest to możliwe przy danym rodzaju pracy.

Uzyskanie poprawnej kompozycji obrazu zależy od wielu czynników.

Przed wszystkim należy uwzględniać zawsze wszystkie te wymagania, które są najbardziej istotne ze względu na charakter, tematykę i przeznaczenie zdjęcia. Jeżeli wartość rzeczowa obrazu nie dozna uszczerbku, powinniśmy zdjęcie opracować również kompozycyjnie z punktu widzenia walorów artystycznych.

Artystyczne walory zdjęcia w terenie na otwartej przestrzeni można uwypuklić wykorzystując czas, w którym zachodzą najkorzystniejsze warunki świetlne. Wybierzemy, o ile to możliwe, odpowiednią porę dnia (czasami nawet porę roku), aby otrzymać właściwy i korzystny kierunek oświetlenia słonecznego i jego natężenie. Niekiedy należy zastanowić się, czy lepiej jest skorzystać ze światła słonecznego bezpośrednio oświetlającego motyw, czy też czekać na światło rozproszone, gdy słońce skryje się za chmurę itp. Przemyslenie i opracowanie tych okoliczności może wpłynąć na właściwą kompozycję tonalną zdjęcia.

Dla podniesienia artystycznej wartości obrazu może mieć również znaczenie staranne i umiejętne dobranie i dopasowanie

ta, na którym mają się znaleźć fotografowane eksponaty. Mo-
żemy to osiągnąć przez zajęcie z aparatem takiego stanowiska
fotografowania, aby fotografowany temat znalazł najbardziej
właściwe tło lub przynajmniej najbardziej korzystne spośród
wszystkich innych mniej korzystnych. Poszukujemy takiego sta-
nowiska bądź przez zmianę miejsca ustawienia aparatu w po-
ziomie, bądź przez podnoszenie go albo obniżanie.

Nim przystąpimy do wykonywania zdjęcia, musimy najpierw
widziany i obserwowany na matowce obraz poddać gruntownej
analizie pod różnymi względami, artystycznymi i innymi.

W wielu wypadkach wykonawca pozbawiony jest możliwości
swobodnego wyboru stanowiska do wykonywania zdjęć panora-
mowych i wtedy musi zająć takie stanowisko, jakie narzucają
mu warunki pracy.

Niejednokrotnie musimy wykonywać zdjęcia w sztucznym
świecie i wtedy przez umiejętne nim manipulowanie można po-
lepszyć tonalną kompozycję obrazu i wpłynąć na polepszenie
efektów artystycznych. Umiejętne manipulowanie światłem w celu
uzyskania najrozmaitszych efektów tonalnych i artystycznych
zdjęcia — nosi nazwę retuszu świetlnego.

Najtrudniej otrzymać właściwe oświetlenie, gdy fotografu-
jemy przy świetle sztucznym metodą pokrętną i posuwową,
a zdjęcie panoramowe ma być fotomontażem sklejonym z wielu
poszczególnych segmentów. Poszczególne zdjęcia doklejane do
siebie muszą mieć jakąś zgodność kierunku i nateżenia światła.
W takich wypadkach najdogodniej jest fotografować w rozpro-
szonym świetle bezcieniowym, równomiernie oświetlającym cały
fotografowany motyw.

§ 32. Zagadnienie właściwego oświetlenia modelu zdjęć panoramowych

Sprawa właściwego oświetlenia fotografowanego modelu
w każdej dziedzinie jest rzeczą pierwszorzędnego znaczenia i wy-
nika z wymogów technicznych, estetycznych i artystycznych.

W fotografii panoramowej zagadnienie to ma dominujące zna-
czenie z wielu względów zasadniczych. Mimo że nie przy każdym

rodzaju zdjęć panoramowych można mieć wpływ na dobór naj-
właściwszego oświetlenia, zwłaszcza gdy pracujemy na otwartym
powietrzu i nie mamy wpływu na zmianę położenia modelu, to
jednak prawie zawsze znajdzie się możliwość łagodzenia zbytnich
kontrastów świetlnych albo wzmocnienia słabych.

Gdy na przykład kontrasty świetlne motywu są zbyt duże
w bezpośrednim świetle słonecznym, można poczekać, aż słońce
zajdzie za chmurę i otrzymamy światło rozproszone, można też
wyczekać na taki moment pory dnia, gdy działanie światła na
model jest już łagodniejsze.

Podobnie można wybrać taki moment dnia, gdy światło pada
z właściwego kierunku itp. W wypadkach wręcz przeciwnych, gdy
fotografowany obiekt wskutek swoich właściwości jest mało
kontrastowy, należy wtedy na zdjęciu otrzymać kontrasty wzmo-
cnione i wtedy właśnie powinniśmy fotografować w bezpośrednim
świecie skierowanym (a nie rozproszonym), dobierając najwłaś-
ciwszy kąt padania światła.

Najlepsze na ogół efekty świetlne w fotografii panoramowej,
zwłaszcza wykonywanej metodą posuwową i pokrętną, otrzymu-
jemy w świetle rozproszonym, chociaż i tutaj mogą zdarzać się
wyjątki.

Przy wykonywaniu dwóch poprzednio wymienionych rodzajów
fotografii panoramowej wysuwa się naczelna zasada: brzeży skle-
jeń sąsiadujących ze sobą odbitek fotograficznych muszą być tak
tonalnie zestrojone, ażeby oko nasze nie odczuwało wyraźnej
granicy pomiędzy jedną a drugą odbitką.

Jeśli to jest czasami niemożliwe do otrzymania przez odpo-
wiednie oświetlenie lub doświetlenie modelu, z pomocą muszą
przyjść różne inne sposoby: odpowiednie kopiowanie, osłabianie
pozytywów, retusz pośredni itp. O tych różnych sposobach po-
prawiania efektów tonalnych na zdjęciu będzie mowa w rozdziale
o retuszu zdjęć panoramowych.

Gdy zdjęcia panoramowe wykonujemy przy świetle sztucz-
nym, może się zdarzyć, nawet przy technicznie poprawnym wy-
konaniu zdjęć i przy właściwym oświetleniu, że odnieśmy wra-
żenie, jak gdyby szczegóły na liniach sklejeń nie pasowały do
siebie liniowo i tonalnie. Przy bliższej analizie okaże się jednak,
że jest to tylko złudzenie, wywołane różnym kierunkiem oświe-

tlenia partii modelu, widocznych na sąsiadujących ze sobą sklejonych odbitkach.

Przy fotografowaniu metodą posuwową należy tak kierować i rozmieszczać źródła sztucznego oświetlenia, przeważnie rozproszonego, ażeby nateżenie światła przede wszystkim było jednokowe wzdłuż marginesowych linii matówki. Ponieważ ten warunek jest czasami niesłychanie trudny do spełnienia, najlepiej tego rodzaju zdjęcia należy wykonywać przy jednym ogólnym oświetleniu płynącym z możliwie jak najbardziej oddalonego źródła światła rozproszonego, gdyż wtedy cały motyw jest oświetlony mniej więcej w równomierny sposób.

We wszystkich tych wypadkach, kiedy otrzymujemy fotografie panoramowe w postaci pojedynczego niesklejonego zdjęcia, nie mamy takich trudności równomiernego oświetlenia. Nie znaczy to jednak bynajmniej, że tutaj jakość i sposób oświetlenia nie odgrywa żadnej roli. Tutaj należy starać się przede wszystkim o to, by otrzymać właściwy kontrast i efekty estetyczne i artystyczne jedynie całości obrazu.

Ze względu na bardzo dużą różnorodność tematyki zdjęć panoramowych, nie można podać z góry określonych i niezmiennych prawideł na otrzymanie właściwego oświetlenia, poza omówionymi powyżej ogólnymi zasadami.

Zależnie od okoliczności i warunków pracy czytelnik sam będzie musiał najczęściej korygować i określać rodzaje najwłaściwszego oświetlenia, kierując się swym wyrobieniem fachowym, smakiem estetycznym itp., co jest w tym wypadku również momentem bardzo ważnym.

Wszelkiego rodzaju zabiegi, mające na celu korygowanie efektów świetlnych na zdjęciu, nazywamy retuszem optycznym lub retuszem świetlnym.

PRACE LABORATORYJNE

§ 33. Wstępny etap prac laboratoryjnych

Zazwyczaj tak już jest, że wszelka praca fotografa zaczyna się i kończy w laboratorium, sam tylko proces fotografowania odbywa się przeważnie na innym terenie.

Wstępny etap pracy w laboratorium to przygotowanie i wyposażenie aparatu fotograficznego we wszystkie potrzebne i wymagane przybory, urządzenia pomocnicze i materiał negatywowo i pozytywowo.

Asortyment klisz lub błon, zależnie od tego, jakim aparatem do zdjęć panoramowych dysponujemy, powinien się składać przede wszystkim z materiału negatywowego barwoczułego, a mianowicie powinny to być błony i klisze:

1. panchromatyczne,
2. ortochromatyczne i ortopanchromatyczne,
3. wszechbarwoczułe,
4. bardzo rzadko barwoślepe.

Gradacja tych materiałów negatywowych powinna być raczej miękka lub normalna ($0,7 \leq \gamma \leq 0,9$). Czułość ogólna powinna zawierać się w granicach około od 17 do 20 DIN, lub od 27° do 30° Scheinera, co odpowiada około 64 do 125 CUK.

Zakładamy, że czytelnik jest zaznajomiony z ogólnymi zasadami fotografii i że o podstawowych pracach laboratoryjnych ma pojęcie: umie wywoływać, utrwać itp. Zajmiemy się więc tylko wyjaśnieniem wszystkich tych subtelności, które cechują pracę przy zdjęciach panoramowych.

Wywołujemy negatywy raczej w wywoływaczach miękko pracujących lub normalnych. W wypadkach szczególnych, gdy motywy fotografowane są wyjątkowo mało kontrastowe, powinno się używać wywoływaczy normalnie pracujących lub czasami nawet pracujących dość kontrastowo.

Efekty właściwego kontrastu na odbitkach należy raczej uzyskać przez dobór odpowiednich gradacji papierów fotograficznych o białych odcieniach i błyszczącej powierzchni oraz przez użycie właściwych wywoływaczy.

Należy zawsze mieć na uwadze, aby błon i klisz nie wywoływać w tych samych wywoływaczach, co papiery fotograficzne, gdyż wywoływacze użyte już do klisz zawierają rozpuszczony podlew klisz lub błon i papiery wywoływane w nich zabarwiają się na odpowiedni odcień.

Kiedy przystępujemy do wywoływania negatywów i wiemy z góry, że tematami zdjęć były obiekty o dużej rozpiętości kontrastów świetlnych, wówczas będziemy je wywoływali w wywoławcu drobnoziarnistym miękko pracującym. W ten sposób postępując otrzymamy negatywy o złagodzonych kontrastach i tym samym łatwiej będzie go można poprawnie skopiować na właściwym papierze.

Jeżeli tematem zdjęcia były motywy o bardzo małej rozpiętości kontrastów, wówczas wyeksponowane negatywy wywołujemy w wywoławcu normalnie pracującym.

Zwykle staramy się, aby wywoływacze były możliwie drobnoziarniste i miękko pracujące.

Najbardziej trudne do prawidłowego wywoływania są te negatywy, na których wykonano zdjęcia motywów o bardzo dużej rozpiętości kontrastów świetlnych, zarówno w ciemnych jak i w jasnych partiach motywu, a jednocześnie znajduje się tam cała masa drobnych detali o subtelnych różnicach kontrastu. Taki negatyw należy wywoływać raczej w wywoławcu bardzo drobnoziarnistym, miękko pracującym. Jeżeli z tak wywołanego negatywu pomimo to nie możemy otrzymać poprawnych kopii, wówczas opracowujemy go dodatkowo za pomocą pośredniego retuszu mechanicznego.

Spśród prawidłowo wyeksponowanych i poprawnie wywołanych negatywów niewątpliwie wybierzemy sporo takich, z któ-

rych nie będziemy mogli otrzymać poprawnych odbitek, pomimo wyzerpania wszelkich możliwych sposobów doboru odpowiednich papierów i rodzajów właściwych wywoływaczy. Takie negatywy również poddajemy do opracowania za pomocą **pośredniego retuszu mechanicznego**.

Gdy na jedno zdjęcie panoramowe będzie się składać pewien zestaw negatywów w postaci klisz czy też błon, wówczas obowiązuje zasada jednoczesnego ich wywoływania w tych samych warunkach. Wszystkie negatywy wywołujemy na raz w tych samych warunkach, przez ten sam okres czasu, następnie utrwalamy znów razem w tym samym utrwalaczu i przez ten sam przeciąg czasu. Przemycamy, utrwalamy i suszymy negatywy stale w identycznych warunkach.

Kopiowanie ze wszystkich klisz na papier powinno się odbywać jednocześnie. Wszystkie klisze danego zestawu należy umieścić na szkle w dużej kopioramie, tworząc tzw. **fotomontaż kliszowy**. Klisze przyklejamy do szkła specjalnym do tego celu przeznaczonym lepcelem, następnie nakładamy na każdą kliszę pojedyncze arkusze papieru światłoczułego albo też nakrywamy klisze jednym dużym arkuszem światłoczułego papieru fotograficznego i przystępujemy do kopiowania. Naświetlanie wszystkich negatywów odbywa się w identycznych warunkach świetlnych tj. w **równomiernym świetle rozproszonym**.

Ta sama jednoczesność czynności dotyczy wywoływania i utrwalania odbitek oraz dalszych czynności.

Gdy mimo wszystko po zastosowaniu wszystkich zabiegów mamy do czynienia z tego rodzaju negatywami, że skopiowane z nich odbitki przy sklejanu na brzegach tonalnie do siebie nie pasują, wówczas albo na kliszach przeprowadzamy pośredni retusz mechaniczny, albo osłabiamy odbitki w sposób bardzo umiarkowany i ostrożny.

Niejednokrotnie jednak mogą się zdarzyć i takie wypadki, że w zestawie negatywów z każdego z nich pojedynczo należy kopiować odbitki — są to jednak wypadki szczególne i rzadkie.

W pewnych wypadkach można zrobić fotomontaż bezpośrednio z zestawu odpowiednich błon przez docięcie ich i dopasowanie idealnie stykowe. Przy sklejanu fotomontażu z błon nie przyklejamy ich do szkła kopioramy wzdłuż tych brzegów, którymi przy-

legają do siebie. Takie ułatwienie w pracy można zastosować wówczas, gdy motyw fotograficzny ma doskonale wyrównane oświetlenie i wszystkie negatywy są ze sobą doskonale tonalnie zestrojone.

Odbitki zrobione z takiego fotomontażu filmowego są też od razu zestrojone tonalnie i liniowo.

Jeżeli zestaw złożony z negatywów przyklejonych w kopioramie kopiujemy przez nakładanie na każdy negatyw pojedynczych kartek papieru, wówczas uważamy, żeby wszystkie kartki papieru światłoczułego układać tak, aby włókna papieru biegly zawsze w jednym kierunku. Ma to znaczenie przy sklejaniu i dopasowywaniu odbitek w jedną całość, gdyż przy suszeniu papier fotograficzny posiada inny współczynnik skurczu wzdłuż i w szerz włókien.

Odbitki fotograficzne, których ze względu na treść dokumentalną nie retuszujemy, należy kopiować na papierach błyszczących, i można je wybliszczać jeszcze lub nie. Wybliszczają się dodatkowo fotografie przez suszenie ich na specjalnych blachach o lustrzanej powierzchni. Odbitki natomiast, które muszą z różnych powodów być poddane pewnemu zabiegowi retuszu, kopiujemy na papierach półmatowych lub nawet matowych.

Z kolei przygotowujemy skopiowane odbitki do sklejania i zmontowania w jedną całość.

Istnieją dwa sposoby sklejania, a właściwie odpowiedniego naklejania odbitek na karton.

Pierwszy sposób polega na tym, że odbitki nakleja się bezpośrednio na karton. Muszą być one dokładnie docięte i odpowiednio brzegami do siebie ściśle pasować, aby nie powstawały szpary. Odbitki docinamy bardzo ostrym nożem przy metalowej linii. Przy cięciu kąty proste muszą być dokładnie zachowane, a brzegi docięte dokładnie wzdłuż linii prostych. Przy dobrym sklejaniu **stykowym** nie widać szpar pomiędzy brzegami sąsiadujących ze sobą odbitek.

Gdy jednak mimo wszystko powstaną przy sklejaniu stykowym drobne szpary, wówczas należy je umiejętnie zaretuszować.

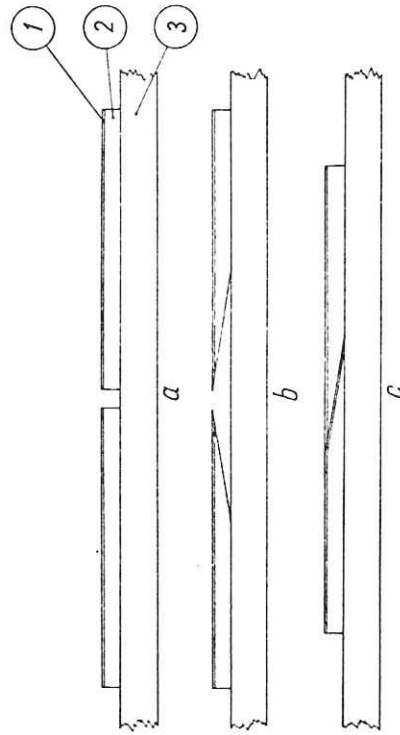
Sklejanie na styk wymaga dużej dokładności i wprawy oraz czystości w pracy, aby odbitek nie powalać klejem.

Istnieje jeszcze drugi sposób, sklejania tzw. na zakładkę. Tu

nie wymaga się tak dokładnego docinania odbitek, przeciwnie, odbitki muszą być tak obcięte, aby nieznacznie brzegiem zachodziły jedna na drugą na szerokości około 4—10 mm. Przygotowane w ten sposób do sklejania odbitki po stronie, gdzie nie ma obrazu, ścieramy na brzegach przy pomocy papieru ściernego lub marmurka tak, że brzegi fotografii są ostre jak gdyby to było ostrze noża. Tak starte odbitki przyklejamy na siebie odpowiednio brzegami dopasowując na zakładkę. Dzięki temu, że brzegi są cieńsze, odbitki zachodzą na siebie brzegami nie tworząc w tych miejscach zgrubień.

Przy sklejaniu należy obrazy na sąsiadujących odbitkach dopasować do siebie, ażeby właśnie szczegóły dobrze na siebie zachodziły i uzupełniały się, tworząc jak gdyby jednolitą całość.

Ten sposób sklejania, o ile opanujemy doskonale technikę właściwego docierania brzegów i dokładnego dopasowywania odbitek w czasie sklejania, daje bardzo dobre rezultaty.



Rys. 54. Schematyczny obraz sklejania zdjęć na zakładkę

Rysunek 54 schematycznie pokazuje jak tę czynność należy poprawnie wykonywać. Pozycja a) pokazuje dwie odbitki ułożone obok siebie na kartonie, do którego mają być przyklejone. Odsyłacz 1) oznacza emulsję światłoczułą odbitki, 2) oznacza spód papierowy tej odbitki, 3) oznacza karton, do którego odbitki mają być przyklejone. Pozycja b) pokazuje te same odbitki po starciu brzegów, które mają być ze sobą sklejone przy naklejaniu na

karton. Pozycja c) pokazuje, że odbitki z dotartymi brzegami skle-
jone na zakładkę przy naklejaniu ich na karton.

Jeżeli odbitki sklejaemy ze sobą stykowo a nie na zakładkę, wówczas na kartonie, na którym je mamy naklejać, rysujemy dokładną siatkę podziału, w której dokładnie wkleimy poprzy-
cane odbitki. Siatkę rysujemy bardzo dokładnie cienką linią ołówkiem grafitowym (nigdy nie robimy tego ołówkiem chemicznym lub takim, który łączy się z klejem i zabarwia go).

Czasami przy niektórych pracach mogą zająć wypadki, że nie wszystkie odbitki przy sklejeniu są prostokątami lub kwadratami i należy je docinać według pewnych linii krzywych. Jeżeli skle-
janie ma być stykowe a nie na zakładkę, wtedy dobrze jest zrobić szablon tych krzywizn, np. z cienkiej blachy aluminiowej, i za pomocą tych krzywików docinać odbitki.

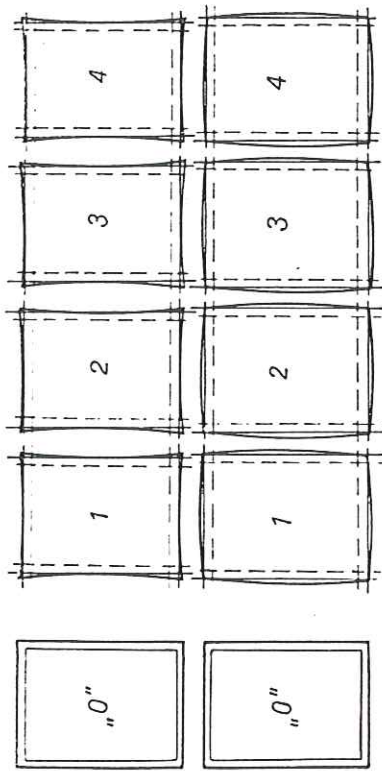
Przy pewnych pracach specjalnych, wymagających bardzo du-
żej dokładności, sprawa docinania odbitek i ich sklejenia jest rzeczą bardzo dużej wagi i musi być wykonywana z najwyższą precyzją.

W takich pracach nie wolno pominąć przeanalizowania stop-
nia wpływu wad optycznych obiektywu na różnice, jakie zachodzą z tego powodu pomiędzy oryginałem fotografowanym a jego fotograficznym obrazem. Przede wszystkim należy zwrócić uwagę na dystorsję obiektywu fotograficznego.

Jeżeli obiektyw pracuje niedużym kątem i ma bardzo staranną korekcję przeprowadzoną na wadę dystorsji, wówczas fotografowany przez nas np. prostokąt jest również dokładnym prostokątem na zdjęciu, jak to pokazuje rys. 11 (pozycja 1) str. 26, gdzie zreprodukowany prostokąt A odpowiada dokładnie takiemu samemu prostokątowi A, który jest jego reprodukcją fotograficzną w skali 1:1. Pozycja 2) przedstawia z pewną przesadą, jak będzie wyglądało zdjęcie prostokąta A obiektywem dającym dystorsję rogalową. Obrazem prostokąta A jest w tym wypadku figura B, która nie jest wiernym obrazem prostokąta.

Podobnie sprawa się przedstawia, gdy obiektyw ma dystorsję beczkową. Wtedy prostokąt A da na zdjęciu obraz w postaci fi-
gury C (pozycja 3).

Po odpowiednim docieciu i sklejeniu wykrzywionych dystorsją takich prostokątów lub kwadratów, jakie widzieliśmy na poprzed-



Rys. 55. Odbitki fotograficzne z wadami dystorsji do obcięcia prostoliniowego

nim rysunku, otrzymujemy fotografię panoramową z pewnymi niedokładnościami. W pewnych wypadkach może na fotografii panoramowej nie być takich szczegółów, które były na oryginale, albo też mogą się pojawić podwójnie w pobliżu brzegów, gdzie fotografii skleiono. Wszystko zależy od tego, jak dotniemy skle-
jane ze sobą poszczególne zdjęcia.

Rys. 55 pokazuje, jak może wyglądać omawiane zjawisko przy sklejeniu stykowym odbitek. Pozycja „0” tego rysunku pokazuje, jak powinna wyglądać poprawnie sfotografowana i zrepro-
dukowana odbitka bez wady dystorsji. Następne dwa rzędy odbitek: 1, 2, 3, 4 pokazuje, jak to wygląda, gdy obiektyw miał dystorsję rogalową i beczkową. Linie kreskowane pokazują, jak należałoby ewentualnie przycinać odbitki fotograficzne wzdłuż linii marginesowych. Wówczas wąskie paski albo przy rogach, albo po środku brzegu odbitki zostaną obcięte i obraz z tych pasków nie wystąpi na fotografii panoramowej, która z tych odbitek zostanie skleiona. Tak otrzymane zdjęcie panoramowe może się okazać bezwartościowe, gdy fotografii stawiamy warunki dużej dokładności.

Jeżeli jednak nie mamy lepszego obiektywu, można próbować przez odpowiednie przetworzenie negatywów osłabić wadę dystorsji lub też całkowicie się jej pozbyć.

Przetwarzania dokonujemy za pomocą tego samego aparatu. Odbywa się to w podobny sposób, jak to opisaliśmy w para-

grafie 30-ym z tą tylko różnica, że tym razem obraz rzutujemy nie na walec od wewnątrz, lecz na płaską powierzchnię z umocowanym do niej papierem światłoczułym, zachowując wszelkie rygory zapewniające otrzymanie poprawnej reprodukcji bez skrótów. Przy tego rodzaju przetwarzaniu dystorsja albo całkiem znika, albo znacznie się osłabia, zgodnie z prawem fizyki, że bieg promienia świetlnego jest odwracalny.

W niektórych wypadkach przy pracy laboratoryjnej zachodzi potrzeba zrobienia powiększeń z zestawu negatywów zdjęć panoramowych i sklejenia fotografii panoramowej dopiero z tych powiększeń. Należy pamiętać, że *wszystkie powiększenia robimy przy tym samym ustawieniu skali w powiększalniku, staramy się zachować ten sam dokładnie czas naświetlania, wywoływania, utrwalania itp.*

Powiększanie fotopanoramowych odbitek jest bardziej kłopotliwe niż kopiowanie bezpośrednio stykowe z negatywów. Często wskutek wadliwego oświetlenia lub złej ekspozycji poszczególnych zdjęć wypada z każdego zestawu negatywów zrobić kilka powiększeń o różnych czasach ekspozycji i wywoływania i dopiero spośród tych powiększeń można wybrać te, które tonalnie przy sklejeniu do siebie najlepiej pasują.

Po otrzymaniu poprawnych powiększeń, tonalnie i liniowo dobrze ze sobą zestrojonych, możemy przystąpić do fotomontażu i tutaj prace przebiegają zupełnie tak samo, jak z odbitkami stykowymi.

§ 34. Zagadnienie retuszu w pracach fotografii panoramowej

Jeżeli zdjęcia panoramowe mają charakter ściśle dokumentalny, nie można ich poddawać żadnemu rodzajowi retuszu mechanicznego poza plamkowaniem, ale i to należy przeprowadzać bardzo umiejętnie i ostrożnie. Inne rodzaje retuszu, jak retusz chemiczny i retusz świetlny, mogą być przeprowadzone, ale w taki sposób, żeby zabieg ten nie wpłynął na zanik jakichkolwiek szczytów ani też nie przyczynił się do tego, żeby poszczególne elementy zdjęcia straciły swoje podobieństwo.

Pod pojęciem retuszu w ogóle w fotografii rozumiemy popra-

wianie w jakiś sposób wartości negatywów lub pozytywów z powodu różnego rodzaju usterek. Usterki te mogą być natury tonalnej lub liniowej, mogą to być też defekty natury mechanicznej, jakim negatywy i pozytywy uległy w czasie obróbki laboratoryjnej.

Retusz świetlny jest to zabieg jeszcze w czasie fotografowania. Przez manipulowanie źródłami światła można wpłynąć na otrzymanie poprawnych tonalnych efektów świetlnych zdjęcia i rezultaty tego zabiegu są widoczne na kliszy po zdjęciu.

W fotografii panoramowej retusz świetlny, jeżeli tylko jest możliwy, zawsze jest wskazany, ale musi być przeprowadzony w taki sposób, żeby nie tylko nie zaszкодził wartości zdjęcia, ale przeciwnie przyczynił się do poprawy pożądaných efektów.

Retusz chemiczny polega na różnego rodzaju zabiegach stosowanych w czasie wywoływania i dalszej obróbki fotograficznej. Ma on na celu poprawienie efektów tonalnych całego negatywu lub jego poszczególnych miejsc. Będzie to więc specjalne wywołanie, osłabianie całkowite lub częściowe negatywu lub pozytywu itp.

Retusz mechaniczny to różnego rodzaju zabiegi mechaniczne w celu poprawienia efektów tonalnych lub liniowych negatywu bądź pozytywu.

Można go podzielić na dwa zasadnicze rodzaje, a mianowicie:

1. **retusz mechaniczny bezpośredni,**
2. **retusz mechaniczny pośredni.**

Pod nazwą bezpośredniego retuszu mechanicznego rozumiemy wszystkie czynności, za pomocą których bezpośrednio na negatywach i pozytywach staramy się poprzez malowanie, rysowanie, skrobanie itp. otrzymać efekty, które poprawiają nam bądź to rysunek, bądź to tonalność negatywu czy pozytywu. Retusz mechaniczny bezpośredni przeprowadzamy przez **plamkowanie** pędzikiem lub ołówkiem, **szparowanie** (zazwyczaj wykonywane pędzikiem), **tonowanie** większych lub mniejszych płaszczyzn pędzikiem, ołówkiem lub innymi sposobami mechanicznymi.

Retusz mechaniczny pośredni wykonujemy nie wprost na emulsji negatywu, lecz na nałożonej nań specjalnej „podkładce”, którą może być zmatowana cienka folia, kalka techniczna lub specjalna matowa bezbarwna bibułka. Niektórzy fotografowie

używają nazwy „maska” zamiast „podkładka” i samą czynność mechanicznego retuszu pośredniego nazywają „maskowaniem”. Retusz mechaniczny pośredni robimy tymi samymi środkami graficznymi, tj. pędzelm, ołówkiem itp.

Jeżeli pomimo wszystkich zabiegów wstępnych, jakie zastosowaliśmy, aby uzyskać poprawne negatywy i odbitki, otrzymane negatywy mają zbyt duże kontrasty świetlne, zarówno w ciemnych, jak i jasnych partiach, i jednocześnie znajduje się na negatywach cała masa drobnych detali o subtelnych różnicach tonalnych, wówczas takie negatywy można poddać opracowaniu za pomocą pośredniego retuszu mechanicznego. Należy jednak pamiętać, że rysunek na fotografii nie może ulec jakiegokolwiek zmianie. *Przy pomocy retuszu możemy tylko poprawić błędy wadliwego oświetlenia.*

Gdy retusz pośredni stosujemy do fotografii panoramowej, wówczas przeważnie każda odbitka musi być opracowywana oddzielnie i odbitki nie mogą być wówczas zespolowo kopiowane.

W wielu sporadycznych wypadkach można zastosować retusz chemiczny, ale tylko dla poprawienia tonalnych efektów negatywu, co pozwoli wykopiować później z kliszy lepszą tonalnie odbitkę. Najczęściej spotykamy się z koniecznością częściowego osłabiania pewnych partii negatywu lub samego pozytywu. Trzeba to robić bardzo ostrożnie i bardzo umiejętnie, gdyż w przeciwnym razie możemy raczej zaszkodzić aniżeli pomóc. Zdarza się to bardzo często tym, którzy nie mają w tym dużego doświadczenia praktycznego.

Częstym zabiegiem spotykanym i stosowanym w fotografii panoramowej jest plamkowanie negatywów i pozytywów. Ta czynność nigdy nas nie ominie zwłaszcza przy fotomontażach panoramowych, otrzymanywanych metodą pokrętną lub posuwowej fotografii. Należy jednak z całą stanowczością podkreślić, że plamkowanie tak starannie musi być przeprowadzone, aby w niczym nie zmieniło żadnych szczegółów zdjęcia. Plamkowanie ma na celu jedynie „wylatać dziury”, jakie powstały z różnych powodów na negatywach czy też pozytywach.

Kiedy sytuacja wymaga wyjątkowo starannego opracowania zdjęć panoramowych, wtedy należy stosować między innymi pośredni retusz mechaniczny i nie wolno nam wtedy zaniedbać

czegokolwiek, co podniesie wartość i jakość naszych zdjęć. Ten rodzaj retuszu jest bardzo mało znany szerszemu gronu fotografujących. Zwykły zawodowy fotograf niechętnie go uprawia, jako bardzo pracochłonny i stąd mało opłacalny. Postaramy się zatem ten rodzaj retuszu dość szczegółowo opisać i podać jego zasady.

Jak już wspominaliśmy, mechaniczny retusz pośredni nie odbywa się wprost na emulsji negatywu, lecz na specjalnej podkładce. Podkładka powinna posiadać jak najbardziej jednolitą budowę i bardzo drobnoziarnistą powierzchnię, co sprawdzamy oglądając ją pod światło. Odcień materiałów używanych na podkładki powinien być neutralny lub lekko biało-szary. Mniej wskazane są inne odcienie.

Nim przystąpimy do jakiegokolwiek pracy retuszerskiej nad negatywem, należy z tego negatywu zrobić próbną odbitkę możliwie jak najbardziej poprawną, która nam posłuży do kontrolowania, które partie negatywu podlegają retuszowaniu, jako za jasne lub za ciemne.

Negatyw czy błonę, przeznaczoną do pośredniego retuszu mechanicznego, bierzemy emulsją do góry i przyklejamy po brzegach za pomocą przezroczystych przylepców do szlifowanej szyby o grubości 1—2,5 mm. Grubość szyby zależy od tego, jak drobne są detale, podlegające retuszowi: im drobniejsze detale, tym cieńsza szyba (minimalna grubość 0,5—0,7 mm). Szyba musi być nieco większych rozmiarów niż negatyw i musi posiadać obie powierzchnie lustrzanie gładkie, dobrze wyczyszczone.

Po przeciwnej stronie szyby przyklejamy podkładkę matową stroną na zewnątrz. Podkładka powinna być znacznie większego formatu od retuszowanej błony. Jeżeli mamy retuszować kliszę szklaną, wówczas podkładkę przyklejamy po brzegach przezroczystym lepem bezpośrednio po drugiej stronie emulsji kliszy. Klisza po stronie szkła musi być przedtem dobrze wycyszczona spirytusem, aby nie miała żadnych śladów zanieczyszczeń.

Tak przygotowaną błonę lub kliszę umieszczamy na pulpicie retuszerskim emulsją do góry. Po przeciwnej stronie pulpitu retuszerskiego (od strony podkładki) negatyw oświetlamy równomiernym światłem tak, że możemy go doskonale obserwować w prześwicie i widzimy na nim najdrobniejsze nawet detale w miejscach jasnych i ciemnych.



Rys. 56. Pośredni retusz negatywu przy użyciu podkładki (widok od strony emulsji negatywu)

Rys. 56 i 57 pokazują nam, jak ta czynność wygląda. Widzimy też rozpoczętą pracę retuszerą.

Do czynności retuszerskich przygotowujemy szereg różnej twardości ołówków. Czasami nawet przydatne są i czarne kredki, lecz nie powinny być tłuste. Ołówki muszą być zatemperowane odpowiednio ostro do swej twardości.

Najczęściej używamy ołówków o twardości od 4H do 6B. Sproszkowany grafit również w wielu wypadkach bywa przydatny.

Duże usługi w tej pracy oddaje nam fiszorek, służący do rozcierania grafitu na większych powierzchniach, które mają być równomiernie przyciemnione. Można też rozcierać (rozsmarować) nim te powierzchnie, które przedtem zostały założone ołówkiem, lecz niezbyt równomiernie i znać na nich pociągnięcia grafitem, w tego rodzaju retuszu niepożądane.

Spoglądając od czasu do czasu na próbną odbitkę, zaczynamy

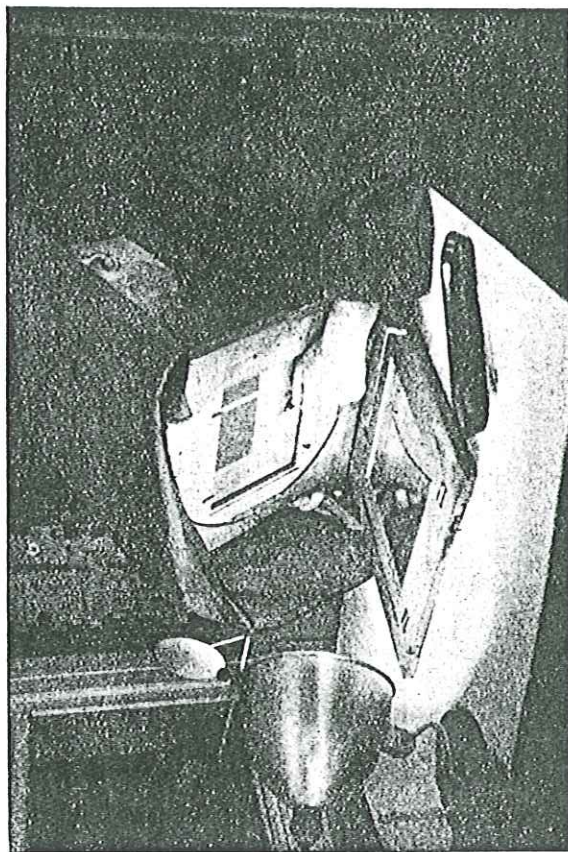
równomiernie i lekko zakładać ołówkiem te miejsca na podkładce, które na próbnej odbitce są zbyt ciemne lub całkiem w czerni na niej zginęły i są ledwo widoczne. Kliszę retuszowaną stale obserwujemy w prześwicie (pod światło) i jednocześnie przyciemniamy ołówkiem lub fiszorkiem podkładkę po drugiej stronie w tych wszystkich miejscach, które na kliszy są za jasne, a na próbnej odbitce za ciemne.

Ruchów swej ręki, retuszującej po drugiej stronie pulpitu, ani też ołówka, nie widzimy poprzez kliszę i podkładkę (w każdym razie nie widzimy wyraźnie), ale obserwując obraz w prześwicie zauważamy, że zaretuszowywane miejsca są coraz mniej jasne.

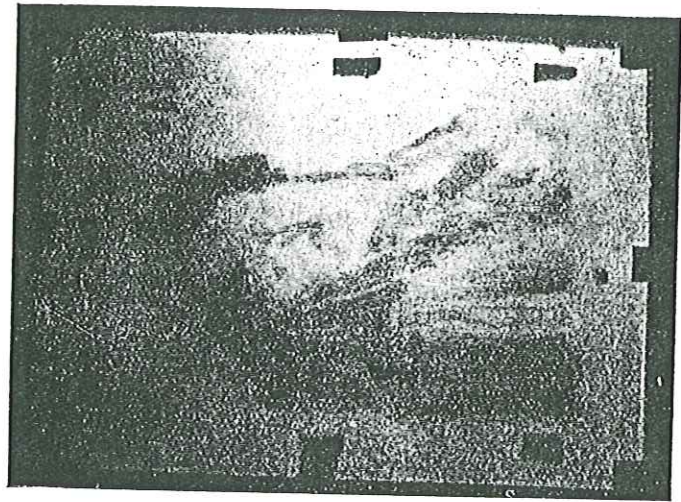
Rys. 58 i 59 pokazują, jak ta czynność się odbywa.

Niekiedy możemy kliszę odwracać podkładką do nas. Wtedy przez podkładkę słabo widzimy rysunek kliszy, ale miejsca zbyt jasne możemy nieraz retuszować przez chwilę w tej pozycji, widząc bezpośrednio to, co rysujemy.

W pracy tej przyjmujemy zasadę, że całą powyższą robotę



Rys. 57. Pośredni retusz negatywu przy użyciu podkładki (widok od strony podkładki)



Rys. 58. Widok podkładki w prześwicie z naniesionym rysunkiem ołówkowym w celu poprawienia na odbitce kontrastów świetlnych

wykonujemy powoli i nie zakładamy ołówkiem płaszczyzn zbyt intensywnie, aby nie spowodować niepożądanych rezultatów.

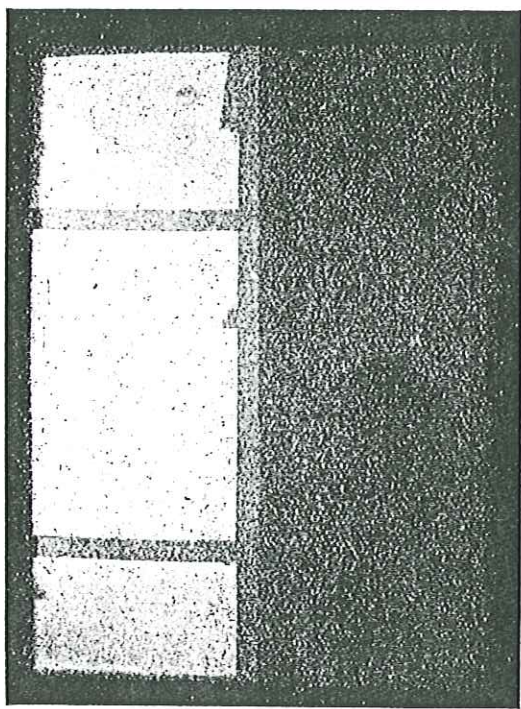
Co pewien czas robimy próbne odbitki albo z drobnych wycinaków negatywu, albo z całości, aby sprawdzić, czy dane miejsce lub dany szczegół został już właściwie wyretuszowany.

Rys. 58 przedstawia kliszę w prześwicie od strony podkładki z miejscami założonymi ołówkiem.

Tam, gdzie w równomierny sposób należy przyciemnić na negatywie (czyli rozjaśnić na pozytywie) większą stosunkowo powierzchnię, oplaci się wyciąć szablon odpowiedniego kształtu z materiału użytego na podkładkę lub innego nadającego się do tego celu i wmontować go we właściwym miejscu między szkłem i podkładką. Przy negatywach bardzo kontrastowych dla złagodzenia kontrastu czasami wycinamy dwa i trzy szablony, które częściowo lub całkowicie się na siebie nakładają, inne zaś miejsca zostają nieprzysłonięte.

Czynność tę objaśnia rys. 59.

Szablony należy wycinać w ten sposób, że najpierw nakładamy na kliszę odpowiedni materiał i w prześwicie obrysujemy kontury bardzo delikatnym śladem przy pomocy cienko zaostrzonego ołówka, później po zdjęciu materiału wycinamy szablon przy pomocy odpowiednich przyrządów, jak ostry szczyryk, skalpel, dobre nożyczki itp. Linie proste należy ciąć przy metalowej linijce (drewnianą można zaciąć). Do wycinania linii krzywych można postugiwać się różnymi krzywymi.



Rys. 59. Podkładka „szablon” złożona z dwu warstw i cienkowana w pewnych partiach ołówkiem. Widok na pulpicię w prześwicie

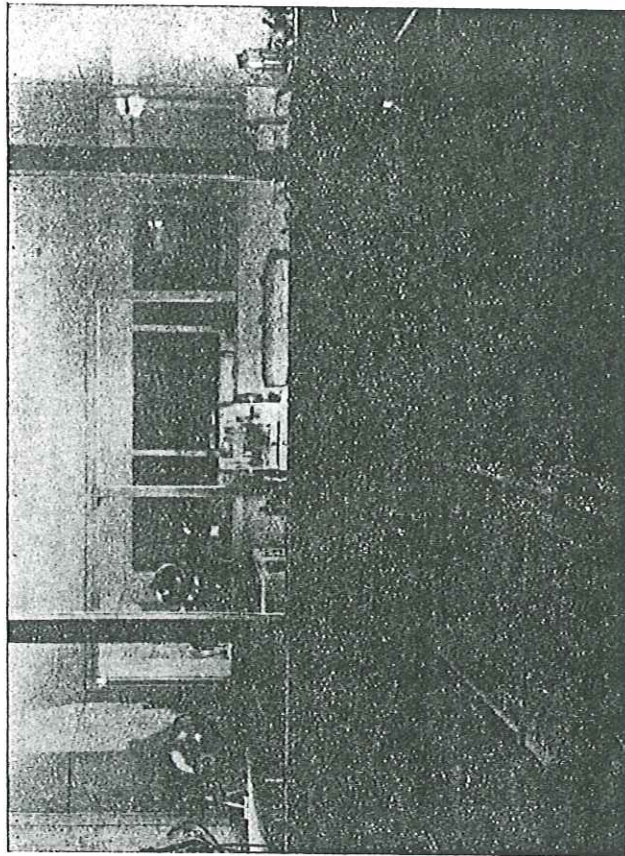
Rozmiary tej pracy nie pozwalają na poruszanie drobiazgowo i zaznajamianie czytelnika ze wszystkimi subtelnościami i niuansami tonalnymi, jakie spotykamy przy wykonywaniu pośredniego retuszu mechanicznego negatywów w naszych pracach z fotografią panoramowej, mającej charakter fotografii dokumentalnej.

Podajemy przeto samą metodę na czym ona polega, a do wszystkich subtelności czytelnik dojdzie sam w praktyce, o ile

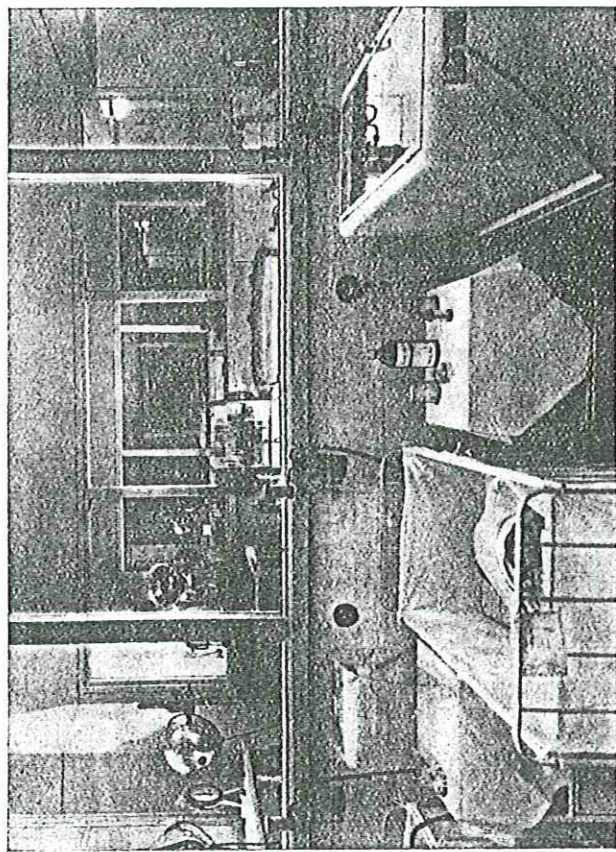
usilnie będzie się o to starał. Przypuszczamy nawet, że czytelnik potrafi sam wypracować sobie własną swoistą metodę i technikę tego retuszu w zależności od rodzaju wykonywanej pracy.

Bardzo dobre wyniki jako czynnik pomocniczy w tego rodzaju pracy oddaje nam retusz amerykański tzn. malowanie aerografem, czyli pistoletem do prószenia. Za pomocą tego przyrządu można w bardzo równomierny sposób zakładać farbą powierzchniennie różnych kształtów. Przyrządem tym można również cieniować i otrzymywać bardzo subtelne przejścia. Nim użyjemy aerografu, należy zapoznać się ze sposobem postępowania się nim i opanować technikę pracy. Do prószenia używać farb **przezroczystych (laserunkowych)**, najlepiej koloru czerwonego lub czarnego.

Nieodzownym warunkiem przy korzystaniu z pomocy retuszu amerykańskiego jest postępowanie się szablonami, wyciętymi z cienkiego celuloиду, przy pomocy których przystępujemy wszędzie te miejsca, które nie powinny być zaprószone. Próbujemy



Rys. 60. Próbną odbitka z negatywu nieretuszowanego

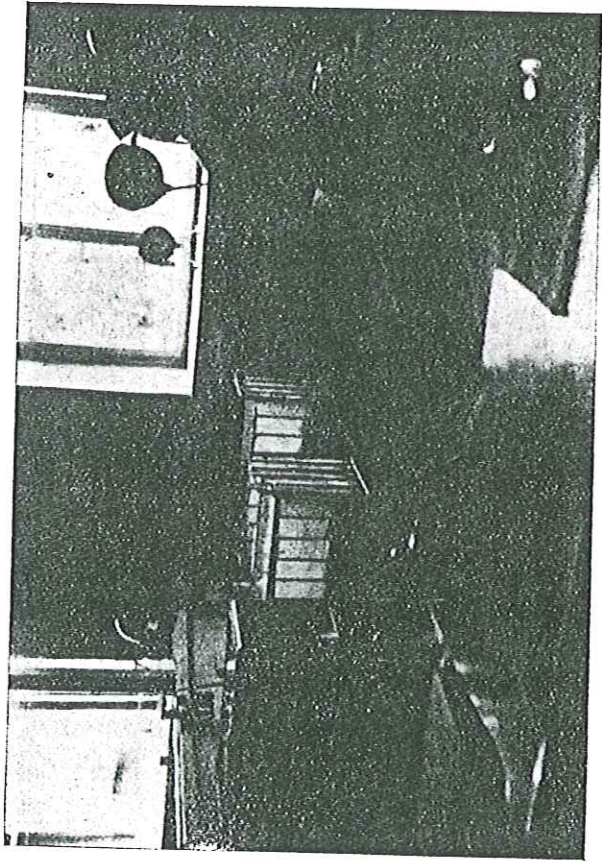


Rys. 61. Odbitka fotograficzna z poprzedniego negatywu retuszowanego za pomocą podkładek kombinowanych z kilku części i cieniowanych

ostrożnie, aby nie powstawały zacieki. Do wycinania szablonów z celuloidu należy posługiwać się cienką igłą stalową oprawioną odpowiednio. Nie należy używać do tego celu żyłki, scyzoryka itp. Igła kroi celuloid dobrze we wszystkich kierunkach wzdłuż linii krzywych i nie zacina wcale brzegów wycinanego szablonu.

Umiejętny retusz pośredni negatywów ma tę zaletę, że nie wprowadza do fotografii żadnych zmian rysunku motywu, natomiast poprawia tonalność i kontrasty świetlne zdjęcia.

Rys. 60 przedstawia odbitkę fotograficzną, wykonaną bezpośrednio z negatywu, z tym że przy kopiowaniu starano się o właściwą ekspozycję papieru światłoczułego dla miejsc najjaśniejszych pozytywu, gdy tymczasem w miejscach ciemnych pozytywu wszystkie szczegóły zagięły, chociaż na negatywie były widoczne. Rys. 61 przedstawia ten sam motyw, wyeksponowany z tego samego negatywu, lecz po jego odpowiednim opracowaniu za pomocą pośredniego retuszu mechanicznego. Różnica



Rys. 62. Pierwsze próbki z kliszy nieretuszowanej

w efektach obu przytoczonych zdjęć jest kolosalna i chyba czytelnika nie należy przekonywać o skuteczności i pożyteczności tego zabiegu.

Istnieje jeszcze jedna odmiana pośredniego retuszu mechanicznego, tzw. **metoda wykrywania**. Metoda ta polega na tym, że po stronie szkła na kliszy w miejscach zbyt jasnych nanosi się specjalną półprzezroczystą farbę i za pomocą różnych mechanicznych zabiegów kształtuje się granicę miejsca pokrywania kliszy według wymaganych kształtów, a później odpowiednio, zależnie od potrzeby, reguluje się grubość pokrywania, co wpływa na większą lub mniejszą przepuszczalność światła w tych miejscach. Sposób ten co prawda daje dobre rezultaty, ale wymaga wielkiej zručności i wprawy.

Po doprowadzeniu retuszu do właściwego stanu, co stwierdzamy na próbnych odbitkach, możemy wykopiować możliwie najbardziej poprawną odbitkę z całego retuszowanego negatywu. Kopiujemy na białych papierach błyszczących, czasami wyblysz-

czamy je jeszcze specjalnie do bardzo wysokiego polysku na specjalnych blachach.

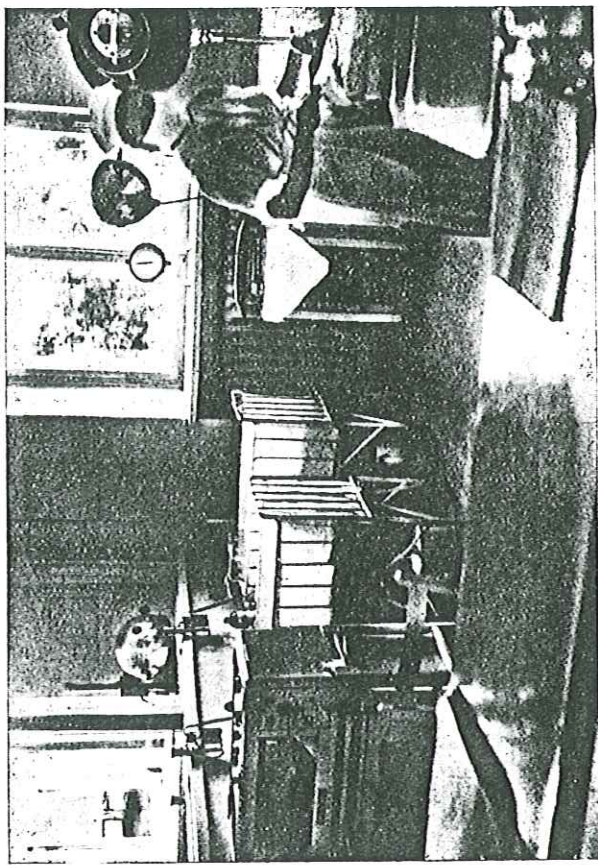
Na zakończenie tego rozdziału dajemy dwie przykładowe odbitki fotograficzne.

Fotografia na rys. 62 była wykonana w bardzo niepomyślnych warunkach świetlnych. Poprawna wykonana z niej kopia bez pośredniego retuszu mechanicznego daje odbitkę, którą widzimy na wspomnianym rys. 62.

Ten sam negatyw poddany pośredniemu retuszowi mechanicznemu daje odbitkę, widoczną na fotografii na rys. 63.

Gotowe zdjęcia panoramowe mogą być wykorzystane do różnych celów, a między innymi mogą one stanowić materiał, który będzie przeznaczony do publikacji jako ilustracje w najróżnorodniejszych wydawnictwach.

Najbardziej na razie jeszcze rozpowszechnioną techniką masowego powielania jest **drukarzka technika siatkowa**. Technika ta stawia fotografom szereg zasadniczych wymagań, a mianowicie:



Rys. 63. Poprawna odbitka po retuszu pośrednim

1. rozmiary liniowe drobnych detali na fotografiach nie powinny schodzić w zasadzie poniżej 1/5 do 1/10 mm, w przeciwnym razie w siatkowej reprodukcji mogą zaginać;
2. odbitka fotograficzna powinna mieć duże bogactwo tonów i powinny na niej występować dość znaczne kontrasty świetlne pomiędzy graniczącymi ze sobą partiami płaszczyzn o różnym natężeniu świetlnym; w druku łatwo te granice zatrzeć i reprodukcja drukarska straci czytelność drobnych detali i innych elementów;
3. wybitniejsze odbitki fotograficzne na białym tle mają podniesioną kontrastowość, tym samym lepiej się nadają do siatkowej reprodukcji drukarskiej.

PERSPEKTYWA ZDJĘĆ PANORAMOWYCH

§ 35. Wiadomości ogólne o perspektywie

Słowo „perspektywa” pochodzi od łacińskiego *perspectus*, co dosłownie znaczy „przejrzany na wylot” lub „przejrzany na wskroś”. W naszym rozumieniu pojęcie to oznacza jeden ze sposobów tworzenia, według pewnych praw, obrazu przedmiotów przestrzennych (trójwymiarowych) na płaszczyźnie dwuwymiarowej lub na jakiegokolwiek innej powierzchni, która niekoniecznie musi być płaszczyzną. Prawa perspektywy wyjaśniają, jakie zasady leżności istnieją pomiędzy pozornymi zmianami, które zaszły w wielkościach, kształtach oraz wyrazistości (perspektywa przeszerzeni i powiętrza) pomiędzy szczegółami oryginału trójwymiarowego a jego obrazem dwuwymiarowym na płaszczyźnie.

Zmiany powstałe na płaskim obrazie w stosunku do trójwymiarowych brył oryginału zostały spowodowane położeniem tych brył w przestrzeni i odległością ich od obserwatora, w naszym wypadku od obiektywu kamery fotograficznej.

Konieczność opracowania praw perspektywy powstała na skutek potrzeb architektury i malarstwa, a po wynalezieniu i rozwinięciu się fotografii automatycznie pojęcie to poczęło również występować w fotografii. W malarstwie, architekturze i w wielu innych dziedzinach wiedzy stosujemy centralną perspektywę liniową, która jest prostoliniowym rzutem środkowym na płaszczyznę.

Według praw tej perspektywy linie proste oryginału (modelu) przechodzą na obraz również zawsze w linie proste, a w wyjątko-

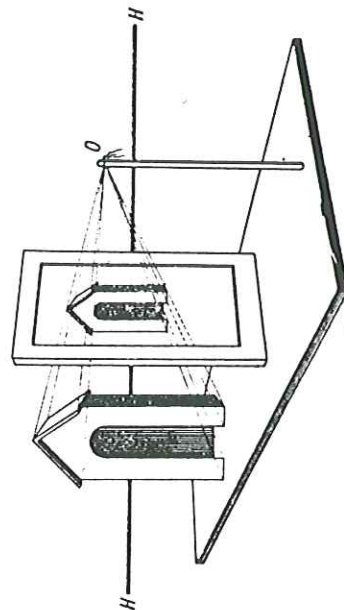
wych wypadkach mogą przechodzić w punkty. Linie krzywe przechodzą w linie krzywe z wyjątkiem szczególnych i nielicznych wypadków, kiedy linie krzywe mogą przejść w linie proste.

Z punktu widzenia geometrii perspektywa jest sposobem konstruowania rysunków najróżnorodniejszych przedmiotów, opartym na zastosowaniu centralnego rzutowania prostoliniowego.

Aby czytelnik, nie posiadający specjalnego w tym kierunku przygotowania teoretycznego, mógł bez trudu i właściwie zrozumieć, na czym polegają prawa wszelkiego rodzaju perspektyw, podamy określenie istoty tego zagadnienia, tj. na czym polega otrzymywanie obrazu jakiegoś przedmiotu w dowolnej perspektywie.

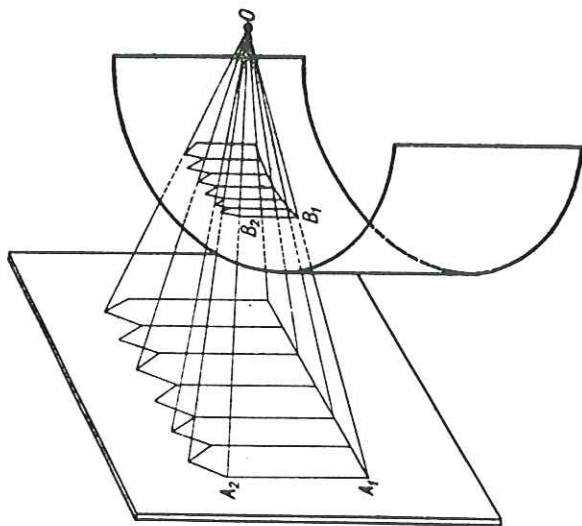
Dla otrzymania perspektywicznego obrazu dowolnego przedmiotu przeprowadza się ze stałego i określonego punktu przestrzeni O (środek rzutów) promienie l (linie proste rzutujące) do wszystkich punktów $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ danego przedmiotu. Na drodze tych promieni stawiamy (w określonym położeniu) tę powierzchnię M , na której pragnęlibyśmy otrzymać obraz przedmiotu. W przecięciu przeprowadzonych promieni l z daną powierzchnią M otrzymujemy odpowiednio punkty $B_1, B_2, B_3, \dots, B_n$, które są obrazami punktów $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ i tworzą (razem wzięte) obraz omawianego przedmiotu.

Jeżeli na drodze wyprowadzonych promieni l ustawioną powierzchnią M jest płaszczyzna, wówczas mówimy, że otrzymany obraz jest narysowany w centralnej perspektywie liniowej (przykład podaje rys. 64).

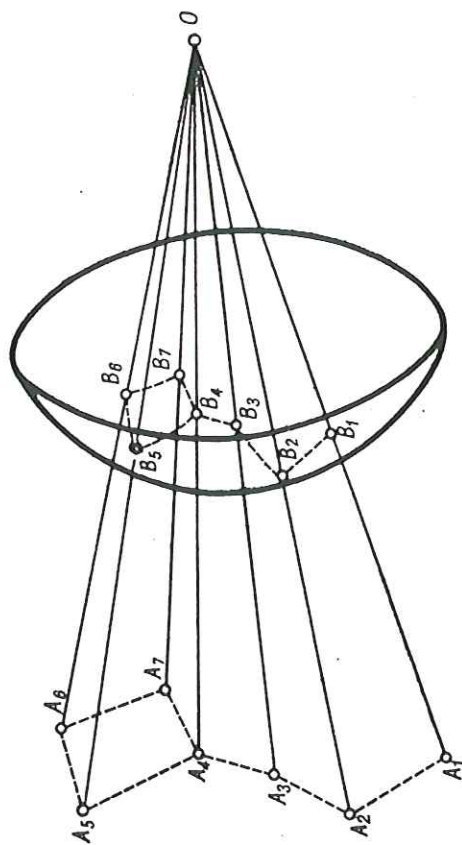


Rys. 64. Przykład centralnej perspektywy liniowej

Jeżeli na drodze wyprowadzonych promieni l ustawioną powierzchnią M jest powierzchnia walca lub kuli albo inne powierzchnie nieplaskie, wówczas otrzymamy odpowiednio perspektywy — cylindryczną lub kulistą itp. (przykłady podają rys. 65 i rys. 66).



Rys. 65. Przykład centralnej perspektywy cylindrycznej



Rys. 66. Przykład centralnej perspektywy kulistej

W fotografii panoramowej istnieje swoistego rodzaju perspektywa **panoramowa**, która stanowi dość skomplikowane pojęcie.

W zależności od tego, w jaki sposób zdjęcie panoramowe zostało otrzymane, można rozpatrywać różnego rodzaju perspektywy.

Przed wszystkim należy zaznaczyć, że wszelkie zdjęcia panoramowe, które dotyczą rozwinięć powierzchni dowolnych brył, są **planami**, a więc teoretycznie nie podlegają żadnym skrótom perspektywicznym; zagadnieniami dotyczącymi perspektywy rozwinięć obrazu w tym rozdziale zajmować się nie będziemy.

Dla ścisłości można zaznaczyć, że **rozwiniecie-plan** można by co prawda uważać za pewnego rodzaju rzut, ale taki, dla którego **współczynniki skrótów** wszystkich elementów obrazu względem oryginału jest zawsze jednakowy. Można więc tutaj mówić tylko o zmianie skali obrazu-rozwinięcia w stosunku do oryginału, co oczywiście nie jest rzutem perspektywicznym w naszym znaczeniu.

W tym rozdziale wyłącznie zajmować nas będą wszystkie te rodzaje perspektywy panoramowej, które mają właściwie przez nas rozumiane skrót perspektywiczne o najróżnorodniejszym charakterze.

Dla lepszego zrozumienia istoty całego zagadnienia przeanalizujemy stopniowo sprawę skrótów w różnego rodzaju perspektywach.

Jeżeli na obrazie jakimś powstają skrót perspektywiczne pewnych elementów, to skrót te muszą być uzależnione od pewnych praw. Niektóre z tych praw są analitycznie* bardzo skomplikowane. Najczęściej ich istnienie i ich właściwości wyczuwamy podświadomie w mniejszym lub większym stopniu, rzadko dokładnie.

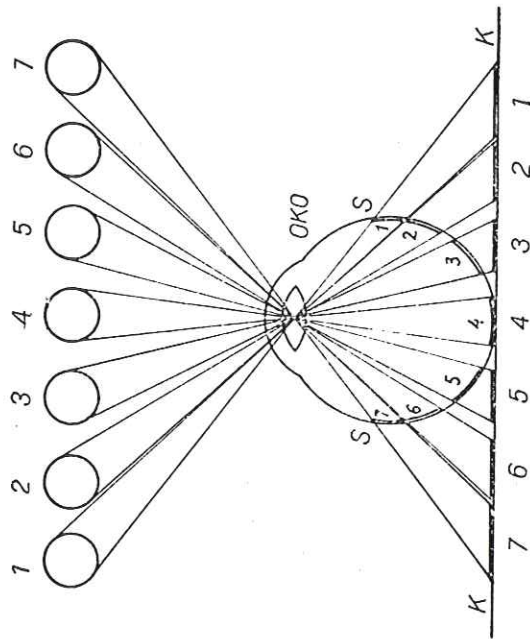
W życiu codziennym najczęściej spotykaną perspektywą stosowaną w malarstwie, grafice, w fotografii itp., jest centralna perspektywa liniowa.

Przyzwyczajeni jesteśmy, że w tej perspektywie wszelkie

* analitycznie — oznacza tu: ujęcie tych praw za pomocą wzorów algebraicznych.

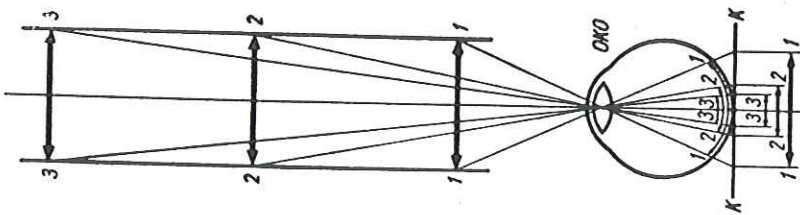
linie, poza małymi wyjątkami, ulegają tzw. skrótom perspektywicznym. Znacznie rzadziej możemy spotkać się ze zjawiskiem **wydłużenia perspektywicznego**. A jednak w perspektywie istnieją wydłużenia perspektywiczne, chociaż prawie nigdy o nich nie mówimy i najczęściej, jeżeli to zjawisko nawet znamy, to podciągamy je pod wspólną nazwę skrótów perspektywicznych.

Oko nasze całe życie nic innego nie robi, tylko stale dostarcza nam obrazów i przeważnie zawsze widzi jedynie skrót, a nigdy się nam nie udaje zauważyć wydłużenia perspektywicznych. Okazuje się, że prawa rządzące naszą perspektywą widzenia są nieco inne niż prawa centralnej perspektywy liniowej. Rzeczywiście w oku naszym obraz nie jest rzutowany na płaszczyznę, lecz jest rzutowany na wnętrze powierzchni w przybliżeniu kulistej. Tylko w centralnej części na niewielkiej przestrzeni siatkówki można przyjąć, że perspektywa naszego oka jest bardzo zbliżona do centralnej perspektywy liniowej.



Rys. 67. Peryferyjne widzenie oka i kliszy fotograficznej

Rys. 67 i 68 wyjaśniają nam, jak układa się rzutowany obraz na płaszczyźnie w centralnej perspektywie liniowej i jak układa się obraz na dnie gałki ocznej na siatkówce. Związuje rys. 67



Rys. 68. Centralne widzenie oka i kliszy fotograficznej

pokazuje nam bardzo wyraźnie, że kiedy dla oka powstają skróty, to dla centralnej perspektywy liniowej powstają już wydłużenia (na rysunku punkty 7, 6, i 2, 1 dla oka i dla kliszy).

Powyższe przykłady wyraźnie przekonują, że perspektywa oka nie na całej przestrzeni obrazu swego jest zgodna z perspektywą obrazu fotograficznego, który posiada własności centralnej perspektywy liniowej.

Teraz sprawa staje się zrozumiałą, dlaczego my widzimy skróty, a fotografia daje nam dla tych samych miejsc obrazu wydłużenia perspektywiczne. Według innych praw układa się obraz na peryferiach siatkówki, a według innych praw układa się ten sam obraz na peryferiach kliszy fotograficznej, zwłaszcza w obiektach szerokokątnych.

A jak wyglądają inne rodzaje perspektyw, np. perspektywy panoramowe, względem właściwości naszego organu widzenia? Wszystkie rodzaje zdjęć panoramowych dla uproszczenia sprawy podzielimy na dwie grupy:

A. Zdjęcia panoramowe pokrętne i posuwowe, które są fotomontażami,
B. zdjęcia panoramowe ciągłe.

W wypadku A stwierdzamy, że zdjęcia panoramowe są wykonane zwykłym aparatem fotograficznym i że mamy tu do czynienia w tego rodzaju zdjęciach z centralną perspektywą liniową.

W wypadku B będziemy rozpatrywać różne rodzaje zdjęć ciągłych, wykonanych specjalnymi kamerami z obiekttywami o klasycznej budowie, kiedy obraz jest rzutowany na walec lub przez pryzmat na płaską kliszę, oraz wszelkie inne przypadki optyki o specjalnej konstrukcji do tych celów. W tych ostatnich przypadkach perspektywa zdjęć będzie się znacznie różniła od

centralnej perspektywy liniowej i od perspektywy naszego oka.

W perspektywach cylindrycznej, kulistej i innych linie proste przeważnie przechodzą w linie krzywe, czasami tylko w szczególnych wypadkach proste przechodzą w linie proste. Linie krzywe z zasady przechodzą również w linie krzywe, ale o innego rodzaju krzywiznie, a tylko w szczególnych wypadkach linie krzywe mogą przejść w linie proste.

Z tego wynika, że zasady perspektywy panoramowej w zdjęciach ciągłych są bardziej skomplikowane i trudniejsze do zrozumienia niż zasady centralnej perspektywy liniowej przy zwykłym aparacie fotograficznym. Dlatego zaczniemy rozpatrywanie właściwości wszystkich tych perspektyw od przypadków najłatwiejszych i najprostszych, a przy tym najczęściej spotykanych.

§ 36. Perspektywa zdjęć panoramowych wykonanych zwykłym aparatem metodą pokrętną i posuwową

Perspektywa pojedynczego zdjęcia fotograficznego, wykonanego zwykłą kamerą z obiektywem dobrze skorygowanym zwłaszcza na dystorsję, w zupełności odpowiada wszelkim wymaganiom i prawidłom znanej już nam perspektywy malarskiej, którą również nazywamy centralną perspektywą liniową lub — czasami — centralną projekcją liniową. Fotografia panoramowa, wykonana przy pomocy wspomnianej w nagłówku metody, jest fotomontażem poszczególnych zdjęć w taki sposób wykonanych.

Kiedy oglądamy taką fotografię, a zwłaszcza gdy przedstawia ona krajobraz, jak np. fotografia na rys. 10, to nie podejrzewamy wcale, że ta fotografia nie ma jednolitej perspektywy.

Co to znaczy: „nie ma jednolitej perspektywy”?

Znaczy to, że każdy segment, nim się stał cząstką sklejonej całości, miał swoją własną perspektywę, różniącą się od perspektyw innych segmentów do niego doklejonych. Na fotografii panoramowej tego wszystkiego nie widać i dlatego w pierwszej chwili gotowi byliśmy się dziwić, dlaczego ta fotografia nie ma jednolitej perspektywy.

Jak to wszystko wytłumaczyć w sposób teoretyczny i jednocześnie łatwo zrozumiały? Odwołamy się do przykładów praktycznych, ilustrujących to zjawisko. Założmy, że jesteśmy z aparatem fotograficznym na otwartej równinie i że płaszczyna otaczających nas pól jest podzielona tylko na równoległe do siebie zagony, wszystkie jednakowej szerokości, ciągnące się w obie strony w nieskończoność. Ustawiamy na statywie nasz aparat i zabieramy się do fotografowania obrazu tych jednostajnych, równoległych zagonów. Z pewnej obranej pozycji wykonujemy szereg zdjęć panoramowych metodą pokrętną o kącie pokrętu $\alpha_1 = 30^\circ$.

Założmy, że wykonaliśmy w ten sposób już trzy kolejne zdjęcia i mamy zamiar wykonać zdjęcie czwarte, jako następne z kolei. Niech rys. 69, pozycja 4, schemat górny, przedstawia nam położenie naszego aparatu przy tym zdjęciu. Widzimy, że przy tym położeniu aparatu oś optyczna obiektywu jest prostopadła do linii, które dzielą równoległe zaorane zagony.

Oglądamy na matówce obraz, jaki się przed nami utworzył. Rys. 69, pozycja 4, fragment dolny, pokazuje nam zgodnie z rzeczywistością, jak ten obraz na matówce wygląda.

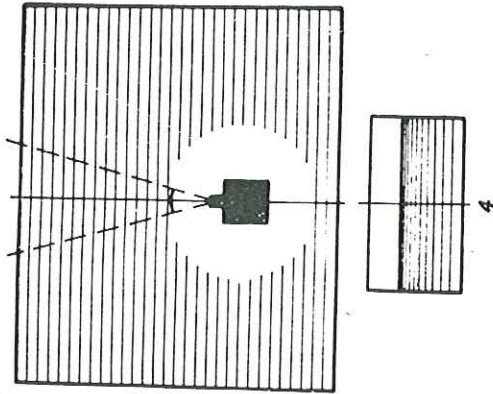
Zauważamy, że przy takim ustawieniu aparatu linie zagonów układają się wszystkie równoległe do horyzontu i są wszystkie równoległe do jednego z brzegów matówki. Fotografujemy ten motyw.

Robimy obrót obiektywem w prawo o kąt pokrętu $\alpha_1 = 30^\circ$ i szykujemy aparat do nowego zdjęcia.

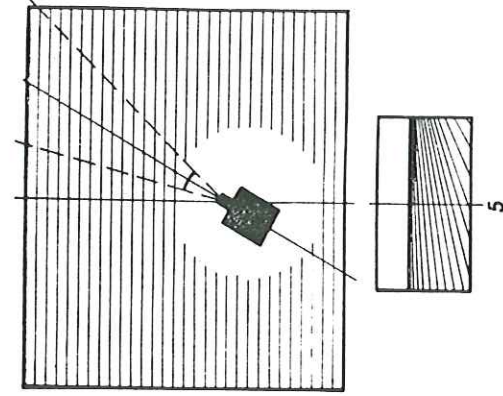
Aparat teraz przyjmie położenie takie, jak to pokazuje rys. 70, pozycja 5, schemat górny. Obraz na matówce będzie wyglądał tak, jak to widzimy poniżej na tym samym rysunku.

I cóż widzimy teraz na matówce? *Nie ma obrazu równoległych linii zagonów! Wszystkie dawniej równoległe linie, teraz gdzieś się przecinają poza matówką.* Fotografujemy jednak z tego położenia ten tak znacznie zmieniony w porównaniu z poprzednim motyw i robimy następny obrót obiektywem w prawo o kąt pokrętu $\alpha_1 = 30^\circ$.

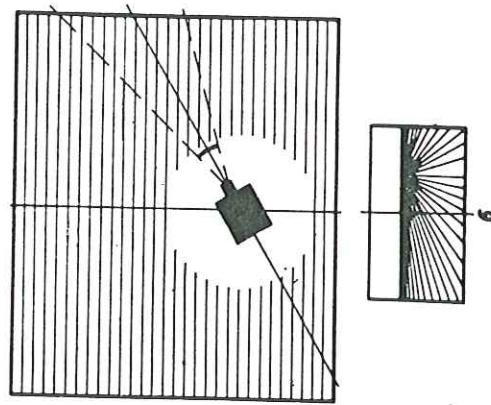
Aparat teraz przyjmie położenie takie, jak pokazuje nam rys. 71, pozycja 6, schemat górny. Obraz na matówce pokazany jest poniżej schematu na tym samym rysunku. W tym wypadku



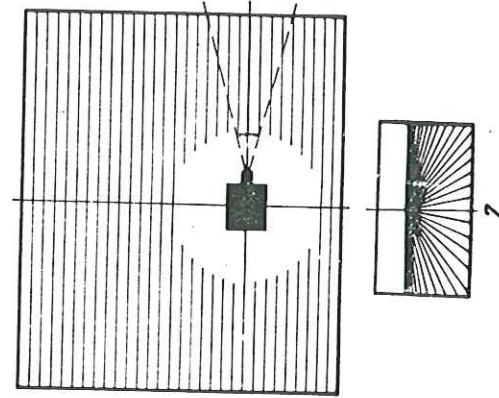
Rys. 69. Centralne ustawienie aparatu fotograficznego względem linii zagonów w terenie poziomym płaskim



Rys. 70. Ustawienie aparatu fotograficznego pod kątem 30° do linii zagonów w terenie poziomym płaskim



Rys. 71. Ustawienie aparatu fotograficznego pod kątem 60° do linii zagonów w terenie poziomym płaskim



Rys. 72. Ustawienie aparatu fotograficznego równoległe osią optyczną obiektywu do linii zagonów w terenie poziomym płaskim

nadal na obrazie nie ma linii równoległych, które dzieliły zagony, a te, które są, już tym razem przecinają się wszystkie na horyzoncie gdzieś z boku obrazu. Robimy zdjęcie tego obrazu i nowy obrót obiektywem aparatu znów o ten sam kąt pokrętu.

Teraz otrzymujemy położenie aparatu takie, jak pokazuje rys. 72, pozycja 7, schemat górny, widok obrazu na matówce oglądamy poniżej. Wszystkie linie równoległego podziału zagonów tym razem przecinają się już w samym środku obrazu na horyzoncie.

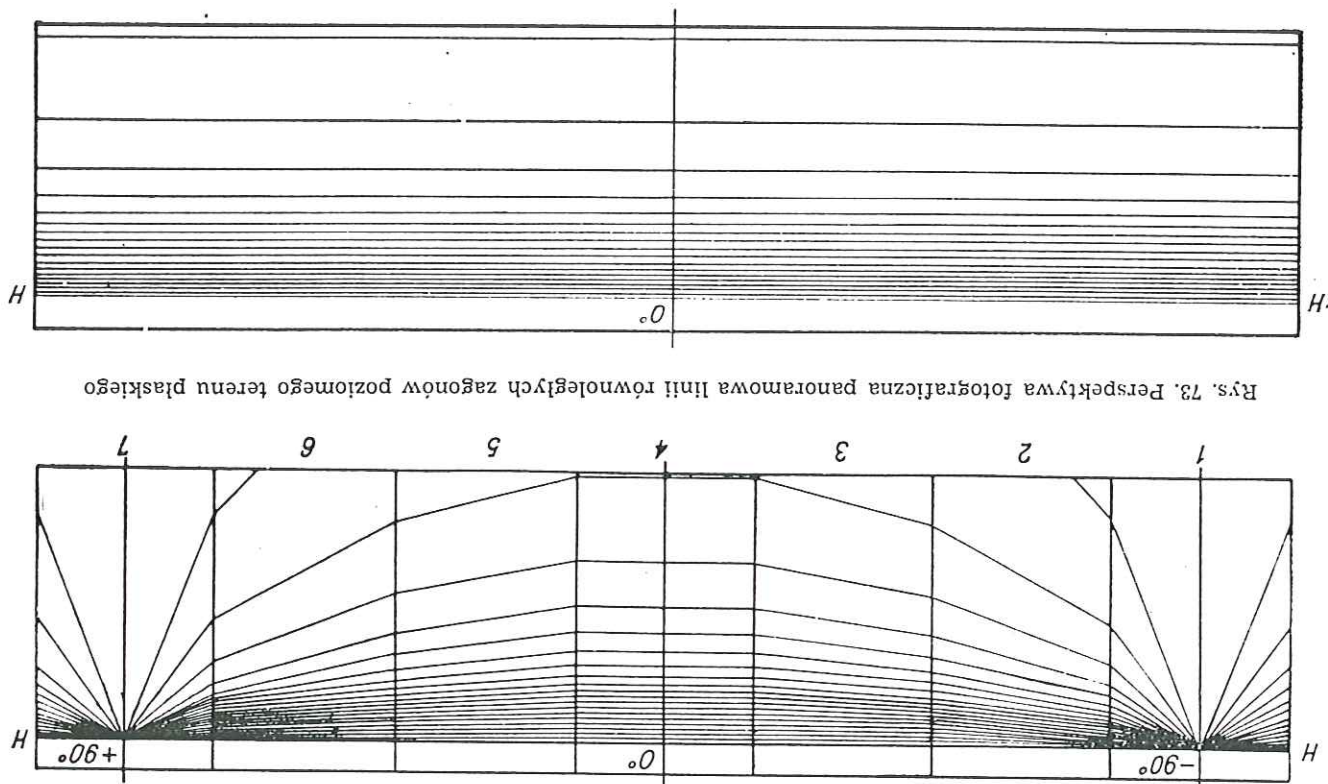
W sumie wykonaliśmy 7 zdjęć z tego samego miejsca, lecz w różnych kierunkach względem horyzontu i wszystkie zostały wykonane zgodnie z zasadami zdjęć pokrętnych. Można wobec tego wszystkie te zdjęcia po opracowaniu skleić w jedną całość, aby otrzymać jedno łączne zdjęcie panoramowe o całkowitym kącie widzenia równym 210° .

Rys. 73 pokazuje nam, jak wygląda obraz równoległych zagonów, otrzymany na fotografii panoramowej wykonanej metodą pokrętną. Oglądamy otrzymaną fotografię panoramową i dziwimy się, że linie proste zagonów wyszły na naszej fotografii jakoś inaczej niż my wyczuwamy obraz, patrząc nań bezpośrednio. Na naszej fotografii linie proste, które my zawsze widzimy prostymi, nie są prostymi lecz łamanymi liniami, a oprócz tego nie są również liniami równoległymi, lecz zbiegają się na horyzoncie w dwóch punktach zbiegu, które na rysunku oznaczyliśmy symbolami: -90° i $+90^\circ$.

Gdybyśmy z tego samego miejsca co poprzednio wykonali zdjęcie z pozycji 4, jak to pokazywał rys. 69, ale tym razem obiektywem szerokokątnym o bardzo dużym kącie pracy, to otrzymalibyśmy fotografię tego samego motywu w postaci, jak pokazuje rys. 74, gdzie tym razem wszystkie zagony są równoległe i prostolinijne na fotografii, zresztą zgodnie z rzeczywistością.

Okazało się, że innym sposobem wykonane zdjęcia, inne muszą mieć perspektywy, za każdym bowiem razem inne prawa rządzą przy powstawaniu obrazu tego samego motywu.

W pierwszym wypadku fotografia panoramowa została sklejona z 7 poszczególnych zdjęć, wykonanych z tego samego miejsca, lecz w 7 różnych kierunkach względem horyzontu i posiada



Rys. 73. Perspektywa fotograficzna panoramowa linii równoległych zagonów poziomego terenu płaskiego

Rys. 74. Perspektywa linii równoległych zagonów jak wyżej, wykonana centralnie obiektywem szerokokątnym

dla poszczególnych segmentów 7 różnych przypadków praw centralnej perspektywy liniowej.

Druga fotografia została wykonana z tego samego co prawda punktu z pozycji 4, lecz nie wykonywaliśmy obrotów aparatem, bo kąt widzenia obiektu był daleko większy od poprzedniego i dlatego ta pojedyncza fotografia dla całej przestrzeni swego obrazu ma jednolitą perspektywę liniową. Tutaj linie równoległe do horyzontu w naturze są także równoległe do horyzontu i na obrazie.

Zwróćmy uwagę na jedno bardzo ciekawe prawo przyrody, że w jakikolwiek sposób staniemy, obracając się w tym samym miejscu, zawsze będziemy zwróceni czołem do horyzontu, czyli inaczej mówiąc — linia naszego czoła będzie zawsze równoległa do horyzontu. Z prawa powyższego wynika, że linia łącząca nas z najbliższym punktem horyzontu będzie do niego prostopadła, a więc będzie również prostopadła i do linii naszego czoła.

Powyżej opisana zależność nie zawsze zachodzi (raczej nie zachodzi) dla wszelkich innych linii prostych, które nie są horyzontem i leżą na poziomej płaszczyźnie obrazu.

W odniesieniu do tego wypadku stwierdzamy, że rzeczywiście linia naszego czoła nie zawsze była równoległa przy obrotach w czasie zdjęć do linii równoległych zagonów, a więc linie te nie mogły w tych wypadkach być równoległe do linii horyzontu, zatem w przedłużeniu musiały ten horyzont gdzieś znów przecinać.

Rzeczywiście, kiedy aparat fotograficzny w czasie zdjęć zajął pozycję 5 (rys. 70), wtedy linie równoległe zagonów były nachylone względem nas (to jest względem linii naszego czoła) pod kątem 30° i pod tym kątem były one nachylone do linii horyzontu. Prawa perspektywy centralnej mówią, że takie linie na obrazie mają swój punkt zbiegu na horyzoncie. Istotnie wszystkie linie na rys. 70, pozycja 5, zbiegają się w jednym punkcie na horyzoncie, co prawda poza fotografią.

Po wykonaniu pokretnu aparatem o nowe 30° wszystkie linie równoległe zagonów są do naszego czoła ustawione pod kątem 60° i wiemy już, że obrazy perspektywiczne takich linii równoległych i nachylonych do horyzontu pod kątem 60° mają swój punkt zbiegu na horyzoncie, ale inny niż poprzedni.

Pozycję ostatniego przez nas wykonanego zdjęcia przedstawia rys. 72, pozycja 7. Zauważymy, że tutaj ós obiektu aparatu jest równoległa do linii graniczenia ze sobą zagonów, te są znów prostopadłe do linii horyzontu, a obrazy ich mają na fotografiach wspólny punkt zbiegu na horyzoncie, inny niż w poprzednich wypadkach.

Nie podaliśmy rysunków położenia aparatu w czasie zdjęcia 1, 2 i 3, ale łatwo sobie jest wyobrazić, że będą to lustrzane odbicia obrazów ze zdjęć w pozycji 7, 6 i 5, co już razem czytelnik widzi na rys. 74.

Jaki należy z tego wszystkiego, cośmy dotychczas w tym rozdziale powiedzieli, wysnuć wniosek?

Należy wysnuć ogólny wniosek taki: linia prosta sformułowanego motywu, której obraz występuje na kilku segmentach fotografii panoramowej wykonanej metodą pokrętną, staje się linią łamaną tyle razy, na ilu segmentach jej obraz występuje w danej fotografii panoramowej*.

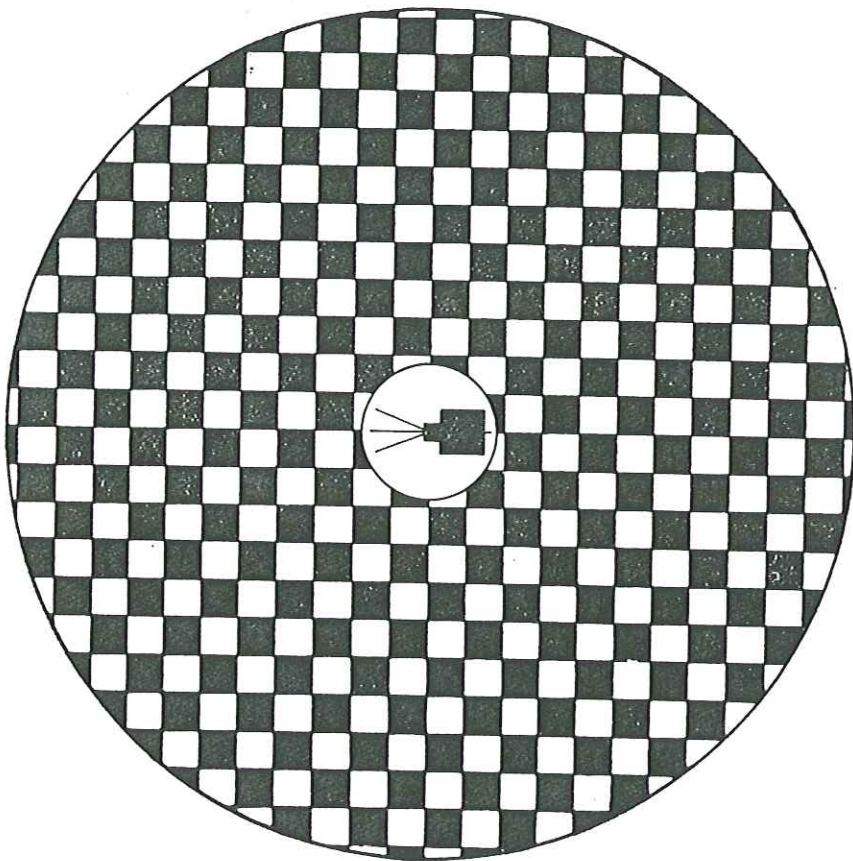
Otrzymane wyniki można odwrócić. Jeżeli uda nam się na jakiejś fotografii wykazać, że linia, co do której nie ma wątpliwości, że musi być prosta, wystąpiła w jakimś miejscu jako załamana, nawet w nieznacznym stopniu, to świadczy o tym, że ta fotografia jest zręcznym fotomontażem panoramowym omawianego typu.

Rozpatrzyliśmy jeden z podstawowych problemów zachowania się linii prostej na fotografii panoramowej, wykonanej metodą pokrętną.

Pełnie podobnie zachowują się również długie ciągłe linie krzywe, ponieważ i one również będą miały swoje punkty załamania ciągłości krzywizny w przejściach z jednego segmentu fotografii na następny z nim sklejonny, tylko że wykrycie tej nieprawidłowości będzie znacznie trudniejsze niż dla linii prostych.

Zalóżmy teraz dla przykładu, że płaszczyzna otaczających nas pól jest podzielona szachownicą kwadratów lub prostokątów, ciągnących się od nas we wszystkie strony w nieskończoność aż

* Uwaga: Tylko linie proste prostopadłe do poziomu nie ulegają załamaniom na fotografii panoramowej omawianego typu.

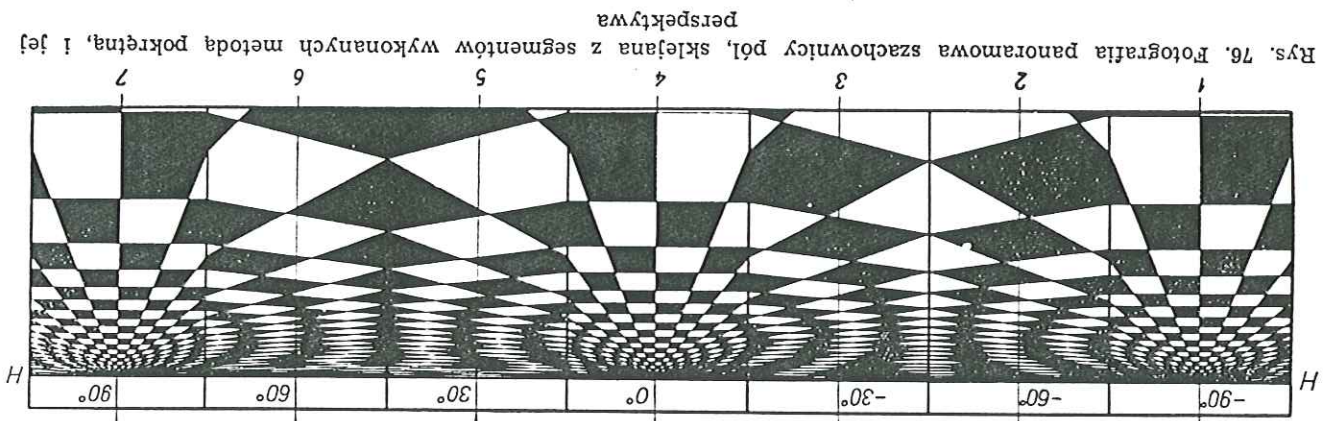


Rys. 75. Stanowisko aparatu fotograficznego do zdjęć panoramowych na poziomej szachownicy pól metodą pokrętną

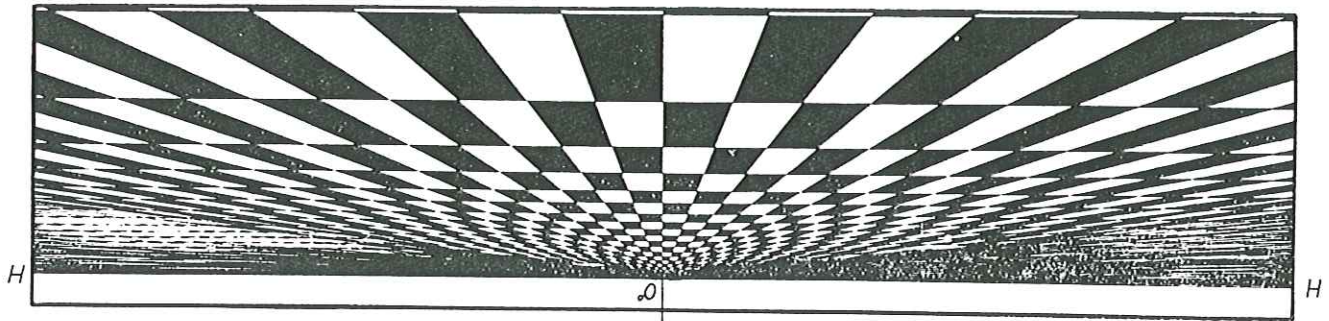
po linię horyzontu. Plan rysunku szachownicy pól i stanowiska aparatu przedstawia nam rys. 75.

Jeżeli tym razem również metodą pokrętną wykonamy dokładnie tak jak poprzednio 7 zdjęć otaczającego nas terenu, to fotografia panoramowa takiej szachownicy pól będzie wyglądała mniej więcej tak, jak pokazuje rys. 76. Fotografia tego samego terenu wykonana obiektywem bardzo szerokokątnym będzie miała wygląd taki, jak to pokazuje nam rys. 77.

Porównując rysunek obu fotografii stwierdzamy ponownie,



Rys. 76. Fotografia panoramowa szachownicy pól, sklejana z segmentów wykonanych metodą pokrętną, i jej perspektywa



Rys. 77. Fotografia szachownicy pól, wykonana obiektywem szerokokątnym, i jej perspektywa

że nie we wszystkich analogicznych miejscach na tych fotografiach jest przedstawiony taki sam obraz, chociaż w obu wypadkach był fotografowany ten sam motyw szachownicy pól.

Przy analizie ogólnej omawianego zagadnienia należy jeszcze zwrócić uwagę na kilka ciekawszych szczegółów. Za linię najbardziej charakterystyczną na fotografii zawsze należy przyjąć linię horyzontu $H-H$ i należy umieść tę linię, o ile jest niewidoczna, odnaleźć, wyszukując różne szczególne cechy tej fotografii. Na horyzoncie za najbardziej osobliwy punkt należy przyjąć główny punkt zbiegu O , tj. taki punkt, w którym zbiegają się obrazy wszystkich linii prostych, równoległych do osi optycznej naszego obiektywu w momencie zdjęcia. Gdy punkt ten jest na zdjęciu niewidoczny, należy umieć go odszukać.

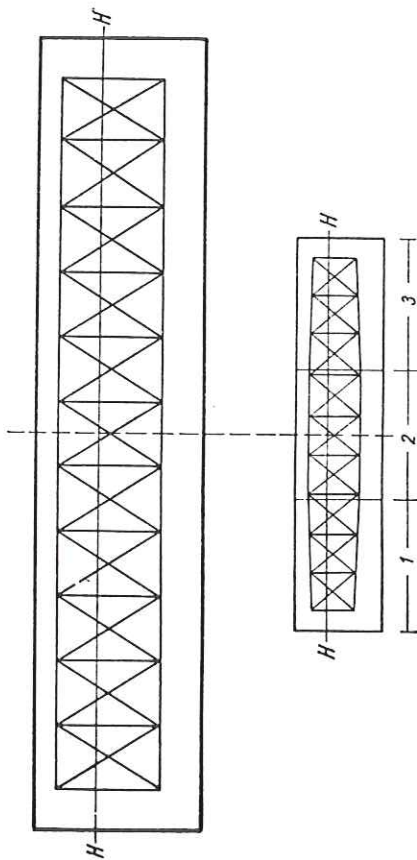
Obraz płaski, uzyskany zwykłym aparatem fotograficznym jako pojedyncze zdjęcie, na podstawie praw centralnej perspektywy liniowej ma zawsze jeden i tylko jeden główny punkt zbiegu O .

Panoramowy obraz fotograficzny, uzyskany zwykłym aparatem fotograficznym metodą pokrętną lub posuwową, ma tyle głównych punktów zbiegu O , z ilu zdjęć poszczególnych powstał fotomontaż danego panoramowego zdjęcia. Takich punktów zbiegu na tego rodzaju zdjęciu jest skończona ilość.

Sposoby wyszukiwania osobliwych punktów na fotografii wymagają szerszego omówienia zasad perspektywy, co wykracza już poza ramy niniejszej pracy.

Na fotografiach panoramowych omawianego typu ulegają skrótom perspektywnym (nie załamaniom) linie proste prostopadle do płaszczyzny podstawy takie, które na normalnej pojedynczej fotografii nie uległyby skrótom. Są to więc wszystkie linie proste, które leżą w płaszczyźnie prostopadłej do osi obiektywu w czasie danego zdjęcia.

Rys. 78 ilustruje to zjawisko. U góry pokazany jest rysunek prześłonu mostu, a u dołu fotografia panoramowa tego mostu sklejona z trzech segmentów. Widzimy, że z pionowych wiązań, które na rysunku są wszystkie jednakowej długości, na fotografii panoramowej tylko 4 po środku mają jednakową długość, dalsze zaś po jednej i drugiej stronie uległy skrótom perspektywnym. Nie ma skrótom perspektywnych pionowych wiązań mostu na tym



Rys. 78. Faktyczne wymiary mostu i wymiary ze skrótnymi perspektywicznymi na fotografiach 1-2-3

segmentach fotografii panoramowej, która została wykonana, gdy aparat miał oś obiektywu prostopadłą do płaszczyzny, na której leżały wszystkie pionowe wiązania mostu. Uległy skrótom perspektywnym te wiązania pionowe mostu, do których płaszczyzny obiektyw fotograficzny po skręcie o dany kąt ustawił się osią optyczną nie prostopadle, lecz pod kątem ostrym. Im mniejszy będzie ten kąt optyczny pomiędzy płaszczyzną prostopadłą do prześłonu mostu a osią optyczną obiektywu, tym skróty tych pionowych wiązań będą gwałtowniejsze.

Metoda pokrętna ma jeszcze tę właściwość, że żaden szczegół, występujący w fotograficznym terenie, o ile nie jest w ruchu, nie wystąpi na obrazie powtórzone wielokrotnie na sąsiadujących ze sobą segmentach, co może się zdarzyć przy metodzie posuwowej.

*

Zdjęcia panoramowe wykonane zwykłym aparatem metodą posuwową po liniach prostych bez żadnych obrotów kamery, o ile nie stanowią rozwinięć powierzchni bryły, a są fotografiami mówią o przestrzennych z bliskim i dalekim planem, posiadają również ciekawe cechy centralnej perspektywy liniowej. Fotomontaż takiej fotografii panoramowej, niezależnie od tego, z ilu segmen-

tów jest sklepany, posiada tylko jeden i ten sam punkt główny zbiegu *O*, którego obraz jest powtórzony na fotografii panoramowej tyle razy, z ilu segmentów jest ona sklejona. Ta szczególna cecha mogłaby nas wprowadzić w błąd i gotowi byłibyśmy z tego wyciągnąć wniosek, że tak jak w poprzednim wypadku tych głównych punktów zbiegu *O* jest więcej.

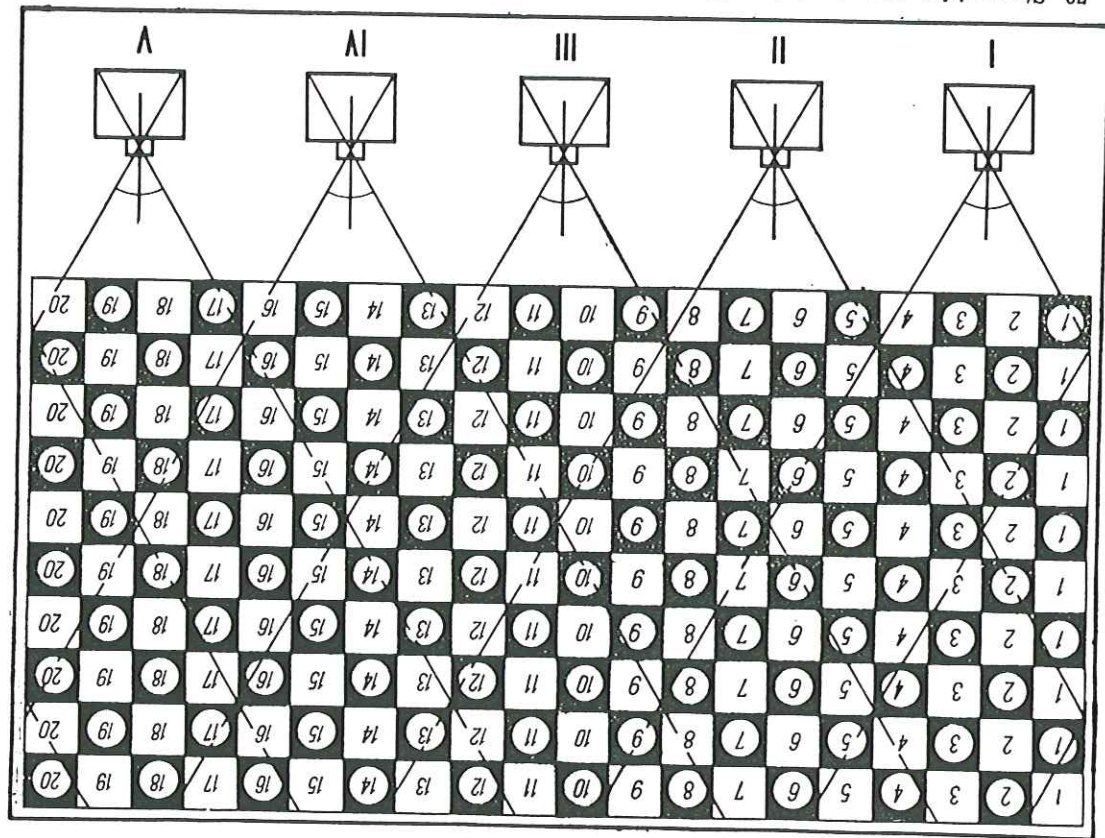
Ciekawym zjawiskiem jest tu również i to, że linie, które występują choćby na jednym segmencie równoległe do horyzontu, występują i na pozostałych segmentach jako linie równoległe do horyzontu, nie ulegając załamaniu przy przejściu z jednego segmentu na drugi. Pod tym względem linie równoległe do horyzontu zachowują się tu podobnie, jak na zdjęciach otrzymanych za pomocą obiektywów szerokokątnych, co możemy stwierdzić porównując rys. 77 i 80.

Linie, które w fotografii panoramowej pokrętną są na jednym z segmentów równoległe do horyzontu, na innych zaś zbiegają się na horyzontcie w dwóch punktach zbiegu oznaczonych symbolami -90° i $+90^\circ$, w fotografii panoramowej posuwowej biegna jako linie proste równoległe. Obrazy wielu szczegółów, które dalej znajdują się od aparatu fotograficznego, mogą się pojawić kilkakrotnie na poszczególnych segmentach, czego nie spotykaliśmy poprzednio, na fotografii panoramowej wykonanej metodą pokrętną.

Rys. 79 przedstawia położenie aparatu fotograficznego względem terenu płaskiego o polach szachownicy w pięciu różnych położeniach, zajętych kolejno do wykonywania zdjęć panoramowych metodą posuwową. Dla lepszej orientacji pola szachownicy zostały ponumerowane od 1 do 20 w każdym rzędzie poziomym. Na rysunku widać tylko 10 rzędów tej szachownicy, dalsze, oddalające się ku horyzontowi, czytelnik musi już sobie sam wyobrazić. Kąt pracy obiektywu zaznaczony jest na rysunku liniami prostymi, wychodzącymi ze środka obiektywu kamery. Pola szachownicy, zawarte pomiędzy ramionami tego kąta, zostaną sfotografowane na zdjęciu.

Zauważmy analizując ten rysunek, że tylko linia równoległa, dzieląca pierwszy rząd pól od drugiego, nie będzie się powtarzała częściami jednocześnie na kilku sąsiadujących ze sobą segmentach fotografii. Wszystkie przedmioty z dalszych rzędów

Rys. 79. Stanowiska aparatu fotograficznego do zdjęć panoramowych na poziomej szachownicy pól metodą posuwową



szachownicy zostaną powtórzone przynajmniej na zdjęciach sąsiadujących ze sobą, a mogą również znaleźć się na kilku dalszych kolejnych segmentach.

Widać na przykład, że w rzędzie dziesiątym, licząc od dołu, na fotografii, którą zrobimy z pozycji III, znajdują się obrazy przedmiotów na polach szachownicy oznaczonych numerami 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 i 17. Jak widać z rysunku, niektóre przedmioty, znajdujące się na tych polach, wystąpią jako obrazy również i na sąsiadujących fotografiach, np. przedmioty z pól 8 i 9 wystąpią na obrazach robionych z pozycji I, II, III i IV, a więc aż cztery razy na kolejnych segmentach fotografii panoramowej. Przedmioty znajdujące się w jeszcze dalszych poziomych rzędach mogą wystąpić jeszcze większą ilość razy na kolejnych segmentach.

Jak wyglądałaby fotografia panoramowa sklejona z poszczególnych zdjęć fotograficznych takiej szachownicy, pokazuje rys. 80.

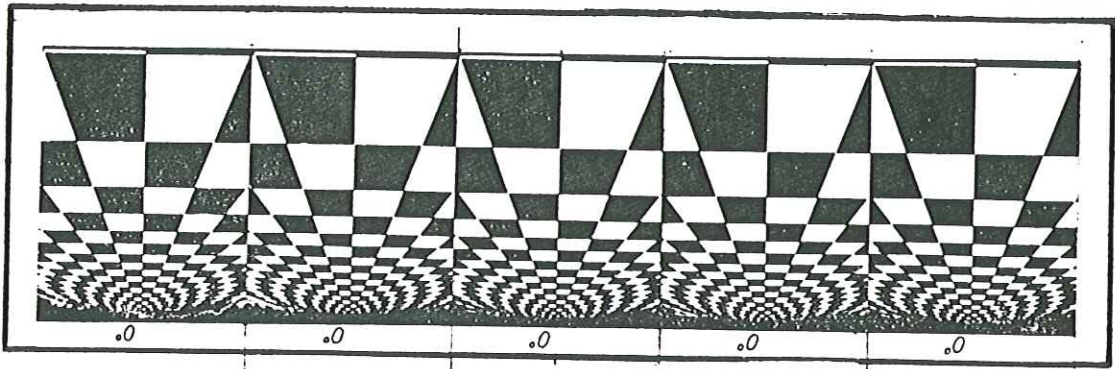
Dodać należy, że i w tym wypadku linie prostopadłe do płaszczyzny podstawy w naturze pozostają nadal i na obrazie fotograficznym jako linie proste, prostopadłe do podstawy, i nie ulegają załamaniom. Wspominamy tu o tej właściwości dlatego, że niebawem się przekonamy, jak te linie wypadną przy innych rodzajach zdjęć panoramowych.

§ 37. Perspektywa zdjęć panoramowych wykonanych specjalnymi kamerami obrotowymi z obiektywami o klasycznej budowie

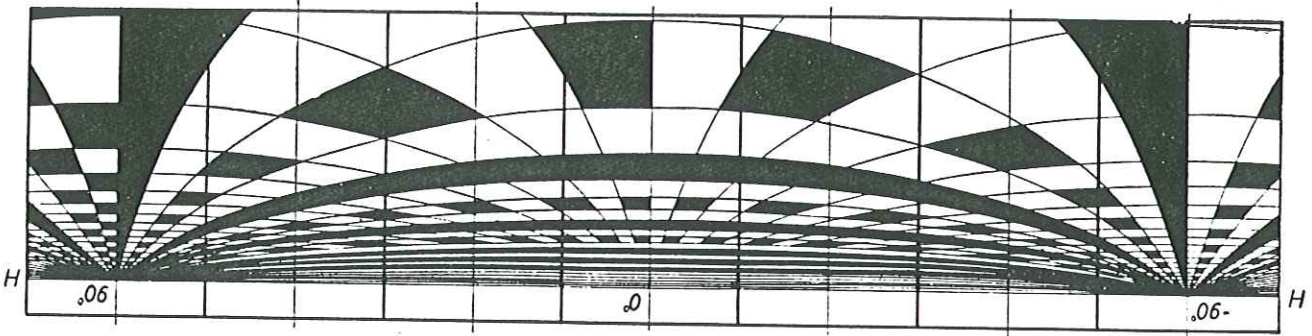
Ciekawe cechy perspektywy posiadają zdjęcia, wykonane specjalnymi kamerami panoramowymi z obiektywami o klasycznej konstrukcji. W takich kamerach obiektyw, obracając się dookoła osi, przeważnie kreśli obraz na powierzchni stałego nieruchomego cylindra.

W niektórych kamerach panoramowych obrotowych obraz ten powstaje na zewnętrznej powierzchni cylindra prostopadłego do poziomu (np. w kamerze pomysłu G. Dedreux, A. Palletana). W innych znów kamerach tego typu w czasie obrotu obiektywu dookoła osi obraz jest rzutowany na wewnętrzną powierzchnię cylindra prostopadłego do poziomu, np. w aparatach pomysłu W. Pinkernell'a, w kamerze panoramowej firmy Eastman Kodak,

Rys. 80. Fotografia panoramowa szachownicy pól, sklejona z segmentów wykonanych metodą posuwową, i jej perspektywa



Rys. 81. Fotografia panoramowa szachownicy pól wykonana specjalną kamerą obrotową i jej perspektywa



jak i w kamerze Bagleya, w kamerze „Pankopta” firmy Meopta i wielu innych.

W obu konstrukcjach otrzymujemy obrazy o perspektywie podporządkowanej tym samym prawom. Ten sam rodzaj perspektywy panoramowej będzie również posiadała kamera pomysłu opatentowanego za nr 68503 DRP (nazwiska autora nie udało się ustalić), chociaż obraz tutaj nie jest rzutowany ani na zewnętrzną, ani na wewnętrzną powierzchnię walca, lecz na powierzchnię płaską.

Dzieje się to dlatego, że ruch obrotowy kliszy jest sprzężony z ruchem obiektywu i klisza wykonuje takie ruchy i po takim torze, jak gdyby obracała się po stycznej do walca wzdłuż jego tworzącej. Przy takim położeniu i ruchu kliszy osiąga się ten sam efekt co przy rzutowaniu obrazu na powierzchnię cylindryczną walca.

Podobny rodzaj perspektywy panoramowej wystąpi też w kamerze pomysłu H. F. C. Hinrichsena, mimo że tutaj cała kamera obraca się wraz z obiektywem i obraz jest rzutowany przez przyrząd lub lustro na wewnętrzną powierzchnię walca, którego oś jest ustawiona poziomo a nie pionowo, jak to było w poprzednich wypadkach.

Cechą charakterystyczną perspektywy tych kamer i wspólną z kamerami do zdjęć zwykłych jest to, że horyzont występuje jako linia prosta. Okazuje się niestety, że w innych kamerach panoramowych obrotowych horyzont może wystąpić w postaci koła.

Obrazy prostych linii, w naturze prostopadłych do poziomu, są również prostymi prostopadłymi do poziomu i na fotografii. Natomiast zaskakującą i wprost nie do uwierzenia rzeczą jest to, że na horyzoncie każdy dowolny punkt jest głównym punktem zbiegu *O*.

Jest to szczegół bardzo rewelacyjny, ale da się stosunkowo łatwo wytłumaczyć tym, że przecięt obiektyw obracając się ruchem jednostajnie ciągłym był zawsze osią optyczną skierowany prostopadle do horyzontu, a to właśnie jest cechą punktu głównego na horyzoncie.

Punkt główny zbiegu *O* powstaje na horyzoncie tam, gdzie go przebiega linia naszego wzroku, a przecięt w tym wypadku

oko zostało zastąpione obiektywem kamery. Obiektyw obracając się w czasie zdjęcia ruchem jednostajnie ciągłym przemieścił horyzont prostopadle swą osią optyczną nieskończenie wielką ilość razy. Staje się więc już teraz jasne, dlaczego przy każdym rodzaju zdjęciach kamerami panoramowymi tego typu każdy punkt na horyzoncie jest głównym punktem zbiegu.

Drugą ciekawą i nie mniej rewelacyjną właściwością tej perspektywy jest to, że niemal wszystkie linie proste w poziomie na motywie fotografowanym (z wyjątkiem jednej jedynej linii, która wychodzi na horyzoncie z punktu głównego zbiegu i przechodzi przez stanowisko kamery) zamieniają się na fotograficznym obrazie w linie krzywe. Dalszą konsekwencją tego jest i to, że wszystkie linie równoległe proste w poziomie zamieniają się na obrazie fotograficznym w linie krzywe, zbiegające się na horyzoncie w dwóch różnych punktach, które na rys. 81 oznaczyliśmy jako punkty -90° i $+90^\circ$.

Rys. 81 przedstawia szachownicę pół poziomej płaszczyzny, nieco zmienioną co do usytuowania pół prostokątów od poprzednio już podawanej na rys. 75, 76 i 77, a to w tym celu, aby dokładniej można było pokazać, jak na tego rodzaju fotografii panoramowej wyglądają obrazy linii, które na płaszczyźnie motywu fotografowanego są względem siebie równoległe.

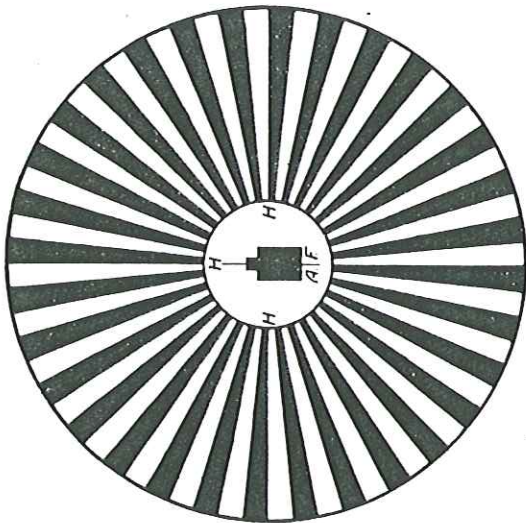
Rysunek ten wyraźnie świadczy o tym, że w tej perspektywie obrazami linii prostych są linie krzywe, które w pobliżu horyzontu dopiero zaczynają się wyprostowywać i na samym horyzoncie przechodzą w linie proste.

Chociaż charakter i rozmiar tej publikacji nie pozwalają autorowi szczegółowo rozwinąć tego zagadnienia od strony teorii, (przepraszamy czytelnika, że zostanie pozabawiony wielu ciekawych informacji), to jednak dla przykładu przytoczymy tu parę pozornie szokujących szczegółów, pozwalających zrozumieć, jak bardzo tego rodzaju perspektywa jest inna od tej, według której my, patrząc, wyczuwamy otaczający nas świat, dopomagając sobie przy tym podświadomym logicznym rozumowaniem.

Rys. 82 przedstawia stanowisko kamery panoramowej obrótowej na terenie płaskim. Teren ten został podzielony na zagony w postaci klinów, których boki zbiegają się wszystkie w jednym punkcie. Punkt zbiegu tych linii jest właśnie miejscem stano-

wiska kamery. Pasy klinowe zagonów ciągną się od stanowiska aparatu fotograficznego, rozszerzając się stale, aż hen ku horyzontowi.

Prosimy teraz czytelnika o chwilę uwagi. Prosimy się zastanowić i powiedzieć, jaki będzie obraz tego terenu na fotografii panoramowej zrobionej aparatami omawianego typu, na przykład kamerą pomysłu Palletana?

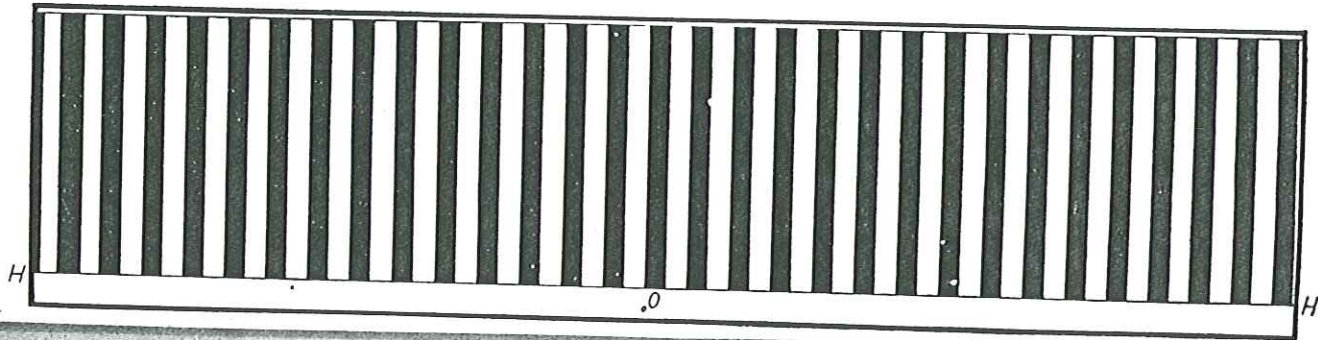


Rys. 82. Stanowisko kamery obrotowej do zdjęć na terenie płaskim poziomym na tle zagonów w postaci klinów

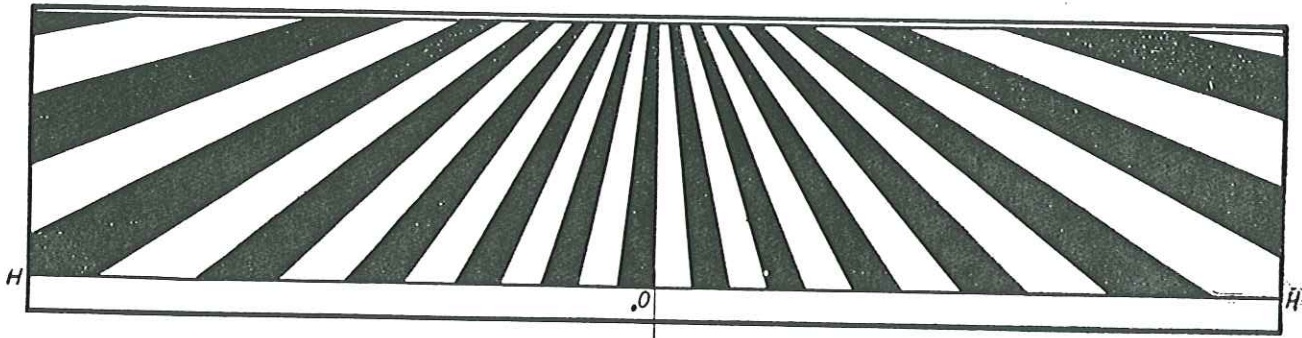
Rys. 83 przedstawia obraz panoramowy fotografowanego przed chwilą terenu wspomnianych zagonów obrotowym aparatem Palletan'a.

Ciekawy rezultat! Zamiast zagonów w postaci klinów — na fotografii panoramowej mamy pasy równoległe! Jakże więc można wierzyć wiarogodności obrazów fotograficznych, a przecież właśnie fotografia miała dawać najbardziej wiarogodne obrazy.

Czytelnik zechce sam sprawdzić, ile klinów było w terenie na rys. 82 i ile pasów równoległych zagonów otrzymał na fotografii panoramowej tego terenu na rys. 83. Jeżeli jednego pasa trochę brakuje, to jest to już wina konstrukcji kamery Palletana (patrz rys. 46), która nie pozwala osiągnąć pełnego obrazu na całej przestrzeni 360° , choć bardzo niewiele do tego brakuje.



Rys. 83. Fotografia panoramowa zagonów w postaci klinów, wykonana kamerą obrotową, i jej perspektywa



Rys. 84. Fotografia panoramowa zagonów w postaci klinów, wykonana obiektywem szerokokątnym, i jej perspektywa

Ażeby czytelnika całkiem już zaszokować nieprzewidzianymi możliwościami, proponujemy zrobić z tego samego stanowiska (rys. 82) fotografię tego samego motywu normalnym aparatem fotograficznym z obiektywem bardzo szerokokątnym.

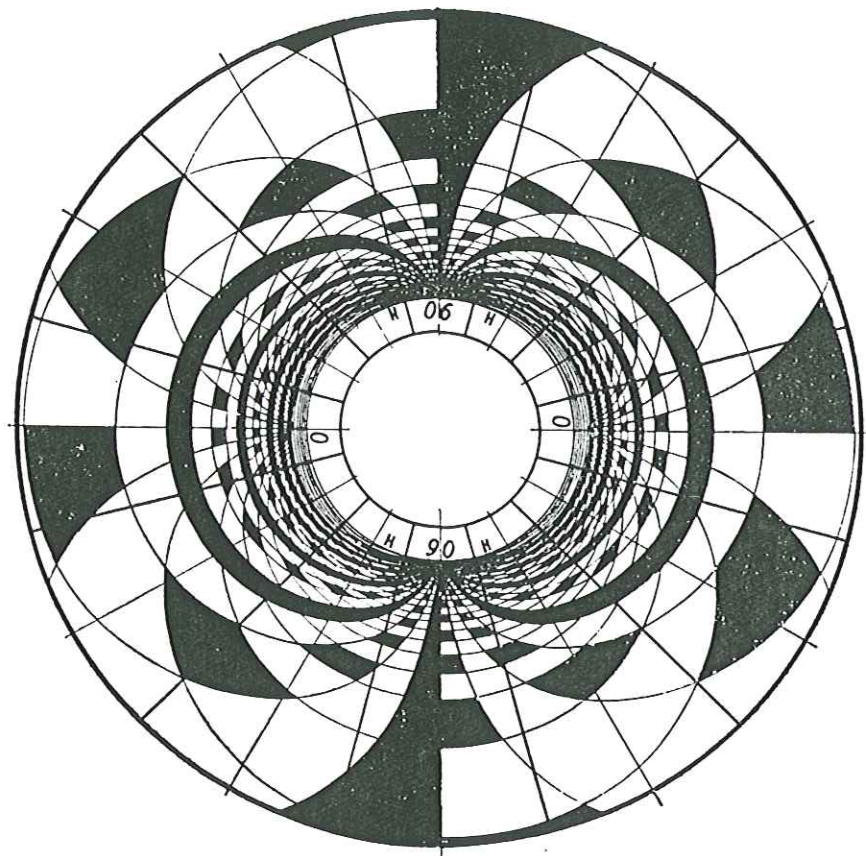
Taki obraz przedstawia nam rys. 84. Patrząc na kliny zagonów po prostu jesteśmy przerażeni „rozciągnięciami” perspektywicznymi po brzegach fotografii. Zauważamy przy tym, że wszystkie linie proste zamiast się zbiegać ku horyzontowi, jak do tego jesteśmy przyzwyczajeni w codziennym życiu, tutaj rozbiegają się we wszystkie strony. Moglibyśmy poprosić czytelnika, ażeby zechciał sfotografować wspomniany teren jeszcze jakąś inną kamerą panoramową dającą perspektywę o innych właściwościach, np. kamerą pomysłu Karla Mayera, ale wróćmy do prostszych i bardziej oczywistych przykładów, łatwiejszych do zrozumienia i wykonania.

Zajmijmy się więc kamerą pomysłu Karla Mayera. Obraz panoramowy otrzymany tą kamerą nie znajduje się na powierzchni walca, jak to było u wszystkich prawie kamer obrotowych. W tej kamerze obraz tworzy się na powierzchni płaskiej kliszy szklanej, która nie wykonuje żadnych obrotów. Tylko obiektyw w tej kamerze wykonuje wraz z przyrządem obroty o kąt 360° . Cały horyzont znajduje się na płaskiej kliszy i jest w postaci koła.

Obraz terenu poziomej przestrzeni na fotografii rozkłada się po zewnętrznej stronie horyzontu. Linie proste poziomej płaszczyzny fotografowanego motywu przechodzą na fotografii — poza nielicznymi tylko wyjątkami — w linii krzywe.

Największą niespodzianką w tym wypadku jest to, że tutaj perspektywa nie uznaje linii prostopadłych do poziomu w fotografowanym terenie i wszystkie te linie na obrazie fotograficznym zbiegają się i przecinają w jednym punkcie. Linie te pozostają nadal prostymi, jednak przecinają kolisty horyzont i zbiegają się w jego środku.

Rys. 85 pokazuje perspektywę powierzchni płaskiej fotografowanego motywu takiego samego, jaki jest pokazany na rys. 84, ale tym razem widzimy motyw w perspektywie kamery Karla Mayera. Na rysunku tym nie ma linii, które w terenie są prostopadłe do poziomu, ażeby nie zaciemnić przejrzystości rysunku.



Rys. 85. Fotografia panoramowa szachownicy pół wykonana kamerą obrotową pomysłu Karla Mayera i jej perspektywa

Ale czytelnik sam sobie ich bieg wyobrazil lub też umiejętnie je dorysuje z odpowiednich punktów poziomu tak, aby przechodziły przez środek koła horyzontu.

W tej perspektywie linie prostopadłe do płaszczyzny poziomej fotografowanego motywu mają tę właściwość, że obrazy ich na fotografii zbiegają się wszystkie nad horyzontem w jednym punkcie. Zauważamy ten ważny moment, bo mogą być i takiego rodzaju perspektywy, w których linie prostopadłe względem płaszczyzny poziomej będą się zbiegały wszystkie w jednym punkcie

pod horyzontem, a nad horyzontem będą się rozbiegały we wszystkie możliwe strony.

W krótkim tym rozdziale, zresztą nie wyczerpującym całego dość obszernego zagadnienia, staraliśmy się czytelnikowi przedstawić właściwości różnych rodzajów perspektywy płaskiej i poziomej powierzchni. W życiu najczęściej mamy do czynienia z tego rodzaju perspektywą centralną — perspektywą naszego wzroku, który często błądzi sobie po płaskiej powierzchni poziomej, dostarczając nam jej obrazów perspektywicznych.

§ 38. Perspektywa zdjęć panoramowych wykonanych specjalnymi obiektywami lub specjalnymi układami zestawów optycznych

W zakończeniu poprzedniego rozdziału wspominaliśmy o tym, że istnieją takie perspektywy, w których obrazem horyzontu jest koło, a obrazami linii prostopadłych do płaszczyzny poziomej fotografowanego motywu są linie proste, które zbiegają się wszystkie w jednym punkcie pod horyzontem, a ponad horyzontem linie te rozbiegają się we wszystkich możliwych kierunkach. Tego rodzaju perspektywę posiada obraz wytworzony na kliszy płaskiej przez kamerę fotograficzną zaopatrzoną w obiektyw „Torus”.

Ten obiektyw spełnia wśród innych obiektywów o klasycznej konstrukcji rolę „Światowida”, to jest takiego obiektywu, który — jeśli się tak można wyrazić — widzi wszystko doskonale dookoła siebie pod kątem 360° , bez potrzeby obracania się stale przodem do obserwowanego motywu. Obiektyw ten widzi jednocześnie z taką samą doskonałością przed sobą, za sobą, z boków i we wszystkich kierunkach horyzontu, gdy tymczasem inne obiektywy klasycznej konstrukcji widziały tylko dobrze przed sobą, wzdłuż ich osi optycznych, pod pewnym niedużym kątem w obie strony.

Fotografia na rys. 51, przytoczona w § 29, str. 103, przedstawia obraz ulicy, wykonany kamerą zaopatrzoną w obiektyw „Torus”. Jak widać z fotografii, kamera w czasie pracy zajmowała miejsce na środku jezdni.

Obraz fotograficzny ma postać pierścienia kołistego i przedstawia nam u góry wylot ulicy, zakończony domem jednopię-

trowym. Od tego domu ciągnie się jezdnia pomiędzy dwoma rzędami domów aż do stanowiska kamery fotograficznej, mija ją i obraz jej jest znów dalej widoczny poza kamerą z drugiej strony; widać tu w dalszym ciągu, jak ulica kończy się wylotem i jest zamknięta budynkiem o stożkowym dachu. Jeżeli zdjęcie to obrócimy „do góry nogami”, czyli o 180° , to tak samo z powrodem możemy je oglądać jak poprzednio.

Jest dość ciekawe, że taką fotografię można oglądać pokręcając ją dookoła jej środka i zawsze pewna część obrazu nie jest na niej położona „do góry nogami”.

Fotografia ta jest doskonałą ilustracją, jak linie prostopadłe do poziomu, takie jak krawędzie boczne budynków, parkanów, słupy telegraficzne, boczne listwy okien itp., na fotografii wszystkie zbiegają się i przecinają pod horyzontem, akurat w miejscu, gdzie jest stanowisko kamery fotograficznej.

Na zdjęciu tym widać doskonale, że wszystkie linie proste i prostopadłe do poziomu pozostały i na fotografii nadal prostymi, natomiast linia prosta w poziomie, np. brzeg chodnika, została na fotografii wygięta. Podobnie zostały wygięte wszystkie inne linie proste, leżące w poziomie: krawędzie poziome parkanów, ram okiennych itp.

Bardzo podobną perspektywę będą posiadały zdjęcia wykonane zwykłymi aparatami, sprzężonymi odpowiednio z lustrami sferycznymi według schematu, pokazanego na rys. 53, str. 108. Zdjęcia tego rodzaju można wykonywać niezbyt wielkim nakładem pracy i kosztów normalną kamerą fotograficzną dowolnego formatu.

Istnieje w optyce cała masa różnego rodzaju układów konstrukcji optycznych, które dają obrazy optyczne według bardzo skomplikowanych i nieraz dziwnych praw perspektywicznych, ale zajmowanie się tymi układami nie należy do tematu naszej pracy.

§ 40. Zdjęcia panoramowe camera obscura

Najpierszym, najprostszym, najtańszym i mało kłopotliwym sposobem fotografii były i są zdjęcia wykonane camera obscura. Wymagają one tylko znacznie więcej cierpliwości w czasie ekspozycji.

Zapomniana camera obscura, pogrzebana wśród muzealnych zabytków, staje się niezastąpiona przy wykonywaniu pewnego rodzaju zdjęć. Najwspanialsze kamery z najdoskonalszą nowoczesną optyką muszą ustąpić przed nią skromnie na bok, bo nie mogą dojrzeć wielu rzeczy w świetle, którego nie widzą, w świetle, które nie dociera do wnętrza ich kamer, aby mogło naświetlić materiał światłoczuły. Mamy tutaj na myśli bliski ultrafiolet i daleką podczerwień, dla których układy optyczne wszelkich konstrukcji stają się nieprzezroczyste.

Chociaż camera obscura wytwarza obrazy optyczne uproszczone dość znacznie pod względem ostrości, to jednak nawet takie obrazy są lepsze niż żadne, gdyż mogą dawać pojęcie o różnych zjawiskach w inny sposób nie dających się uzyskać.

Do wielu celów naukowych zdjęcia panoramowe, wykonane przy pomocy camery obscury w świetle niewidzialnym dla oka, mogą być bardzo przydatne i mogą oddać nieocenione usługi.

Camera obscura, użyta do takich zdjęć, musi być specjalnie uzbrojona w konstrukcję nieprzenikliwą dla promieni, w których mają zachodzić wykonywane zdjęcia. W tej dziedzinie fotografii panoramowej istnieje wielkie pole dla wielu ciekawych i udanych eksperymentów.

Do otrzymywania panoramowych krajobrazów można z powodzeniem użyć pojedynczej camery obscury lub odpowiednio pomysłowo sprzężonego zestawu złożonego z kilku egzemplarzy. Można zbudować w bardzo prosty sposób nawet taki zestaw, który będzie dawał kąt użytecznego fotografowania równy 360°.

Kamera taka może mieć kształt ośmioboku z otworkiem w każdej ze ścian. Wewnątrz musi mieć odpowiednie urządzenie oddzielające każdy z otworów tak, żeby materiały negatywowy sąsiednich ekspozycji nie zaświecały się.

Urządzenie wewnętrzne camery obscury-zestawu może być

ROZDZIAŁ VIII

SPECJALNE ZDJĘCIA PANORAMOWE

§ 39. Makro- i mikrozdjęcia panoramowe

Wszystko to, co dotychczas było mówione o różnych możliwościach wykonywania zdjęć panoramowych w świetle wymiarów z łatwością rejestrowanych nieuzbrojonym okiem, można z powodzeniem, z małymi zastrzeżeniami, przenieść w świat wymiarów makro- i mikroskopowych. Można wykonywać zdjęcia panoramowe przedmiotów, które są niedostrzegalne przy normalnej obserwacji okiem nieuzbrojonym.

Przy mikroskopijnych wymiarach eksponatów nasze urządzenia fotografujące muszą być oczywiście tak urządzone, aby wytwarzały obrazy w skali nieznacznie lub bardzo powiększonej. Wykonawca tego rodzaju zdjęć, po zapoznaniu się z ogólną teorią zdjęć panoramowych, musi sam zorganizować sobie pracę, musi ponadto adaptować wiele ogólnie stosowanych przepisów do warunków wykonywanej pracy. Należy na przykład we właściwy sposób rozwiązać sprawę oświetlenia eksponatów, co jest sprawą bardziej skomplikowaną, niż przy normalnych zdjęciach panoramowych. Trudno tutaj byłoby mówić w skrócie o metodach wykonywania tych prac bez rozbudowania całej nowej teorii.

Makro- i mikrofotografia panoramowa oddaje usługi przede wszystkim w badaniach naukowych, a czasami i przy ekspertyzie sądowej. Powinna znaleźć szerokie zastosowanie przy identyfikacji drogich i wartościowych kamieni oraz w tych zagadnieniach, gdzie zajmujemy się obrazami powierzchni makro- i mikrostruktur.

tak zrobione, że poszczególne otwory będą naświetlały pojedyncze negatywy lub też w sposób ciągły jeden negatyw przez wszystkie otwory jednocześnie.

Zdjęcia panoramowe wykonane kamerą obscurą mają swoją dość ciekawą historię i są nieraz w efektach bardzo przyjemne.

§ 41. Zdjęcia panoramowe w świetle promieni podczerwonych i innych promieni

Zdjęcia panoramowe mogą być w wielu wypadkach wykonywane z powodzeniem w świetle podczerwonym, ultrafioletowym i innym, niezależnie od obranej metody pracy fotografowania. Oczywiście w tym wypadku mamy na myśli światło o takich długościach fali świetlnej, dla których obiektywy zwykle lub specjalne są jeszcze przezroczyste.

Tutaj sprawa właściwego zorganizowania oświetlenia modelu odgrywa główną rolę, musi być przeanalizowana i eksperymentalnie sprawdzona na wielu nieraz przykładach. Dla otrzymania właściwych efektów należy bardzo umiejętnie wykorzystać materiał negatywowo uczulony na odpowiednie kolory światła podczerwonego, ultrafioletu itp., przy czym należy stosować właściwie filtry o pożądanym kolorze i gęstości.

Zdjęcia tego rodzaju mają zastosowanie przede wszystkim w różnych pracach naukowych, archeologicznych, geograficznych, wojskowych i innych.

Prace laboratoryjne ze względu na specjalny charakter materiałów negatywowych przebiegają inaczej.

Przy tego rodzaju zdjęciach panoramowych nie stosuje się absolutnie żadnego retuszu, ponieważ nie wiemy, jak należy poprawiać efekty światła niewidzialnego dla naszego wzroku. Można jedynie plamkować dla skasowania mechanicznych uszkodzeń.

ZAKOŃCZENIE

§ 42. Możliwości rozwojowe fotografii panoramowej w przyszłości

Przy obecnym stanie rozwoju wiedzy i techniki optycznej i fotograficznej powinny powstać w najbliższej przyszłości nowe konstrukcje urządzeń kamer specjalnych do różnego rodzaju zdjęć panoramowych. Pomysły powinny być tym razem oparte na zgola innych zasadach niż poprzednie, gdyż dysponujemy nowymi zdobyczami wiedzy i techniki.

Nowe pomysły powinny tym razem pójść w kierunku wykozystania i udoskonalenia zespołów kamer lustrzano-optycznych, za pomocą których powinno się dać wykonywać ciągłe zdjęcia panoramowe o kącie 360° bez konieczności obrotu obiektywu i materiału negatywowego. Usunięcie tych ruchów w czasie wykonywania zdjęć pozwoli wyeliminować niedostatki panoramowych kamer obrotowych, jakimi do dzisiaj się posługiwano.

Dzisiejsi konstruktorzy powinni wyjść w swych pomysłach od układów optycznych „Cineramy” i „Torusa” i stworzyć takie konstrukcje kamer do zdjęć panoramowych, które by dawały obrazy o perspektywie zgodnej z perspektywą centralną lub też bardzo do niej zbliżoną, albo żeby otrzymana perspektywa dawała się w łatwy sposób przetransponować na centralną perspektywę liniową.

W czasach dzisiejszych należałoby również we właściwy sposób rozwiązać urządzenia kamer panoramowych do ciągłych

zdjęć-rozwinięć obrazu zewnętrznej powierzchni różnych brył. Dotychczas w tym kierunku nie czyniono prawie żadnych wysiłków. Dlatego też na przykład rozwinięcie obrazu rysunku zewnętrznej powierzchni metalowego płaszcza walcowego pocisku rewolwerowego stanowiło do dzisiaj dość kłopotliwy problem. Osoby zainteresowane tym zagadnieniem musiały przeważnie samodzielnie zdobywać się na różnego rodzaju pomysły i koncepcje.

Wiele istniejących już dzisiaj wynalazków i udoskonaleń w dziedzinie optyki fotograficznej oraz techniki i aktualne wymagania oraz potrzeby życia, niewątpliwie naprowadzą konstruktorów na nowe pomysły kamer panoramowych tak, że uda się rozwiązać pomyślnie niejedyn problem, dotychczas nierozstrzygnięty.

OBJASNIENIA

Aberracje optyczne — są to wady soczewek kulistych. Jest tych wad siedem: 1) aberracja sferyczna, 2) krzywizna pola, 3) astygmatyzm, 4) koma, 5) chromatyzm położenia, 6) chromatyzm powiększenia i 7) aberracja dystorsji dodatniej (rogalowej) i ujemnej (beczkowej).

Aberracja chromatyczna. Rozróżniamy dwie wady chromatyczne, a mianowicie chromatyzm położenia i chromatyzm powiększenia. Obie wady spowodowane są tym, że soczewka z wiązki światła białego załamuje w różnych kierunkach światło o różnej długości fali i w ten sposób światło białe rozszczepia się na pasm a światła barwnego. Obiektyw (soczewka) posiadający tę wadę otacza brzegi obrazu jakiegoś przedmiotu barwną cienką obwódka.

Aberracja sferyczna — polega na tym, że brzegi soczewki kulistej załamują promienie bardziej niż jej środek i wskutek tego promienie załamane przecinają oś optyczną obiektywu lub soczewki nie w jednym punkcie, lecz na pewnej jej przestrzeni. Aberrację sferyczną soczewki można usunąć przez odpowiednie wyszlifowanie jej powierzchni wg paraboloidey obrotowej. Tej metody jednak nie stosuje się w produkcji masowej z powodu bardzo dużych trudności technicznych. Łagodzi się działanie tej aberracji przez znaczne zadiafragmowanie obiektywu. Można jeszcze usunąć częściowo aberrację sferyczną przez skombinowanie 2 soczewek kulistych: wypukłej i wklęsłej o odpowiednich współczynnikach załamania szkła.

Achromaty — obiektywy, w których usunięte zostały wady chromatyczne czyli barwne.

Aerograf — przyrząd do malowania rozpyloną farbą, rozpryskujący ją za pomocą sprężonego powietrza.

Anastygmat — nowoczesny obiektyw wysokiej klasy, skorygowany na wszystkie aberracje.

Aplanaty — obiektywy, w których usunięto przede wszystkim wady aberracji sferycznej i dystorsji.

Barwna fotografia panoramowa — wykonana na materiale negatywowym do zdjęć barwnych i wykopiowana na papierze do zdjęć barwnych.

„Camera obscura” — kamera, w której obraz na kliszy powstaje nie za pomocą obiektywu, lecz za pomocą małego otworka kolistego.

Cięciwa — odcinek łączący dwa różne punkty linii krzywej, np. okręgu. Cinerama i torusa układy optyczne — są to takie układy optyczne, w których do otrzymania obrazu panoramowego stosowany jest obiektyw o konstrukcji torusa, lub pomysły lustra kulistego, jak to jest w kinie panoramycznym p. n. cinerama.

Cinetarium — kino panoramiczne opracowane przez hamburskiego producenta filmowego Adalberta Baltesa w roku 1960.

Circarama — kino panoramiczne opracowane przez Disneya w 1955 r.

Czas ekspozycji — oznacza właściwy czas naświetlania pojedynczego zdjęcia ustalony przez nas w zależności od wielu czynników, jak czułość kliszy, wielkość diafragmy, warunki świetlne, jasność terenu itp.

Dermatograficzny ołówek — ołówek specjalny w różnych kolorach, który pisze na szybie, skórze i innych materiałach b. gładkich, na których nie piszą inne ołówki i kredki. Ołówek dermatograficzny łatwo się ściera nawet przez pocieranie palcem.

Diafragma i jej wielkość — diafragma czyli przysłona. Stosuje się ją w obiektywie dla zmniejszenia czynnego otworu pracy obiektywu. Diafragma są przeważnie robione z wielu cienkich blaszek odpowiedniego kształtu. Za pomocą odpowiedniego urządzenia można regulować średnicę otworu diafragmy w obiektywie aparatu fotograficznego.

Docinanie odbitek i obcinanie odbitek — przycinanie do właściwego formatu, aby wszystkie odbitki przy sklejeniu pasowały do siebie.

Dystorsja obiektywu — wada obiektywu polegająca na tym, że obraz wytworzony na kliszy nie w każdym jej miejscu ma tę samą skalę zmniejszenia względem oryginału. Najlepiej wadę tę można uwidocznić, gdy reproduujemy poprawnie kwadrat podzielony na mniejsze kwadraty, który przez dystorsję stałby się poduszkwowaty lub beczkowaty. Vide rys. 11, str. 26.

Efekt światła niewidzialnego — są to efekty jakie światło to wywoła na kliszy, która jest nań wrażliwa.

Ekspertyza kryminalna — sposoby stosowane przez władze państwowe w walce z przestępstwami, przy ich wykrywaniu. Między różnymi sposobami fotografia oddaje wielkie usługi w ekspertyzie kryminalnej przy ujawnianiu i rejestrowaniu aktów przestępstwa.

Ekspozycji czas — vide czas ekspozycji.

Elipsoidalne lustro — jest to lustro, które posiada powierzchnię elipsoidalną. Emulsja fotograficzna — światoczuły związek chemiczny na kliszy lub bionie fotograficznej.

Farby laserunkowe — farby, które barwią, ale nie kryją, tak że przez nie prześwietlone ten kolor, po którym pomalowano farbą laserunkową.

Filtru gęstość — vide gęstość filtru.

Fizorek — jest to przyrząd w kształcie zastrzonego ołówka zrobiony ze skóry lub bibuły, który służy do równomiernego rozcierania na po-

wierzchni retuszowanego zdjęcia naniesionego grafitu lub sproszkowanego węgla.

„Fix focus” — oznacza, że w aparacie fotograficznym ostrość jest ustawiona raz na zawsze dla wszystkich zdjęć wykonywanych tym aparatem.

Fotoalhidade — przyrząd, przy pomocy którego można z fotografii odczytywać wielkości kątów poziomych na płaszczyźnie. Przyrząd ten miał zastosowanie do celów geodezyjnych.

Fotograf — człowiek zajmujący się robieniem fotografii i zdjęć fotograficznych oraz ich wywoływaniem i robieniem odbitek; może się tym zajmować zawodowo lub amatorsko.

Fotografia barwna — vide barwna fotografia.

Fotografia defektywistyczna — jest to specjalny rodzaj fotografii stosowany do celów defektywistycznych; służy ona do przeprowadzania badania przestępcy lub miejsca gdzie przestępca operuje itp. Do wykonywania tego rodzaju fotografii stosuje się różnego rodzaju specjalne aparaty fotograficzne i sprzęt pomocniczy.

Fotografia dokumentalna — specjalny dział fotografii. Fotografia tutaj jest dokumentem przedstawiającym stan pewnego obiektu fotografowanego. Przy wykonywaniu tego rodzaju fotografii stawia się jej pewne bardzo różnorakie i wysokie warunki techniczne.

Fotografia plan — fotografia, która daje obrazy fotografowanego motywu bez skrótów perspektywicznych.

Fotograficzna emulsja — vide emulsja fotograficzna.

Fotograficzna klisza — vide klisza fotograficzna.

Fotograficzne klisze szklane — szklane, przeważnie prostokątne, płytki powleczone z jednej strony cienką warstwą emulsji fotograficznej uczulonej na działanie światła.

Fotograficzny aparat — vide aparat fotograficzny.

Fotografowania stanowisko — vide stanowisko fotografowania.

Fotogrametryczne zdjęcia — vide zdjęcia fotogrametryczne.

Fotomontaż kliszowy — właściwe zestawienie klisz lub błon wywołanych, aby od razu można było wykopiować z nich jedną odbitkę panoramową.

Fotomontaż odbitek — sklejenie we właściwy sposób panoramowych odbitek fotograficznych.

Fotomontaż panoramowy — fotografia jakiegoś obiektu, otrzymana ze zbioru fotografii wykonanych pojedynczo — takich, że w całości dają one poprawny obraz danego obiektu.

Fotomontaż zdjęcia panoramowego — sklejenie właściwie serii zdjęć wykonanych do danego zdjęcia panoramowego.

Fotopaniczne rozwinięcie obrazu powierzchni kuli — sposób fotografowania taki, aby obraz powierzchni kuli dał się przedstawić na płaszczyźnie z dopuszczalnymi zniekształceniami bez skrótów perspektywicznych w postaci szeregu zdjęć, które po sklejeniu w pewien sposób dadzą całkowity obraz powierzchni tej kuli.

Gęstość filtra — siła absorbowania padającego nań światła. Im gęstość filtra jest większa, tym silniej on absorbuje czyli trudniej przepuszcza poszczególne kolory składowe światła.

Głębina ostrości — Gdy ustawiamy ostrość obiektywu aparatu na pewien punkt w przestrzeni fotografowanej, wówczas w przód i w tył od tego punktu są na pewnej odległości jeszcze punkty, które są ostre (wyraźne). Przesztyren całkowitą wszystkich tych punktów ostro widzianych nazywa się głęboką ostrością. Zmniejszanie diafragmy do pewnych granic powiększa głęboką ostrości.

Horyzont — to samo co widnokrąg. Przeważnie na rysunkach i fotografiach horyzont, o ile jest widoczny, jest linią prostą, która jest granicą pomiędzy niebem i ziemią. Przy obserwacji wizualnej, gdy obserwujemy otaczający nas krajobraz obracając głowę o 360°, horyzont staje się widnokręgiem, a oko jest umieszczone w środku tego okręgu. Gdybyśmy oko umieścili w środku dowolnego dużego koła, to nie zauważymy krzywizny tego koła i okrąg będziemy widzieli w postaci linii prostej.

Hyperfokalną odległością nazywamy tę odległość, która jest zawarta pomiędzy węzłowym punktem obiektywu (często punkt ten utożsamiamy ze środkiem optycznym układu danego obiektywu), oraz punktem na osi optycznej, w którym jeszcze przedmioty są ostre, gdy obiektyw jest nastawiony ostro na nieskończoność.

Kasety prowadnica — urządzenie służące do przesuwania kasety w czasie zdjęć w aparacie do ciągłych zdjęć panoramowych wg patentu Nr 68503 DRP.

Kąt głównego oświetlenia — często zdarza się, że przedmioty fotografowane są oświetlane na raz kilkoma źródłami światła z różnych kierunków o niejednakowej sile świetlnej. To oświetlenie, które jest najsilniejszym źródłem światła nazywa się głównym oświetleniem. Kierunek tego światła względem podstawy oświetlanego obiektu nazywa się kątem głównego oświetlenia.

Kąt ogólny zdjęcia panoramowego jest równy sumie kątów dla poszczególnych zdjęć tworzących zdjęcie panoramowe, pod jakimi aparat fotograficzny je wykonał.

Kąt ostrego widzenia oka — soczewka oczna w czasie naszego widzenia rzutuje obraz na siatkówkę dna oka. Na siatkówce nie we wszystkich jej miejscach rzutowany obraz jest jednakowo ostry. Najostrzej obraz ustawia się na żółtej plamce siatkówki oka. Jeżeli przez krańcowe miejsca żółtej plamki siatkówki i środek soczewki oka poprowadzimy promienie, to utworzy się kąt równy około 2°—3°; kąt ten nazywamy kątem ostrego widzenia oka. Obraz poza żółtą plamką jest coraz mniej ostro widziany przez nas a to na skutek specjalnej budowy siatkówki.

Kąt pracy kamery — oznacza kąt pod jakim widać dany obraz z punktu w którym fotografuje dana kamera.

Kąt widzenia obiektywu aparatu fotograficznego — Jeżeli za obiektywem w odpowiedniej odległości ustawimy białe tło tak, że oś optyczna obiektywu jest prostopadła do płaszczyzny tego tła, to na tym tle obiektyw wyznaczy obraz optyczny przedmiotów leżących przed nim. Taki obraz w punkcie, gdzie oś optyczna przebiega tło, jest najbardziej ostry. W miarę oddalania się od tego punktu obraz staje się coraz mniej ostry (rozmazany). Punkt, w którym ustalimy, że obraz jest już nieostry, łączymy ze środkiem obiektywu. Między osią optyczną obiektywu a prostą OK utworzy się pewien kąt α . Kąt równy 2α nazywa się kątem widzenia obiektywu. Kąt 2α w obiektywach aparatów do zdjęć amatorkich i innych w zwykłej użytkowej fotografii wynosi od 40° do 90°. Do zdjęć specjalnych używa się obiektywów szerokokątnych o kącie widzenia 90°—130°. Do specjalnych celów astronomicznych używa się obiektywów o kącie widzenia około 180°.

Kliska fotograficzna — szklana, przeważnie prostokątna płytka powleczona z jednej strony cienką warstwą emulsji fotograficznej uczulonej na działanie światła.

Klisyzy środek optyczny — punkt, w którym oś optyczna obiektywu przebiega klisze, gdy jest ona poprawnie załadowana w aparacie fotograficznym. Środek ten przeważnie leży na przecięciu przekątnych tej kliszy lub odpowiadającej jej matówki (objaśnienie znajduje się również w dopisku na str. 17).

Kolisty pierścień — jeżeli na powierzchni kuli w pewnym miejscu postawimy nożkę cyrkiła i zakreślmy okrąg o dowolnym promieniu, a później z tego samego punktu zakreślmy okrąg o promieniu nieco większym, to pas powierzchni zawarty pomiędzy nakreślonymi okręgami nazywamy pierścieniem kolistym. Jeżeli odległość między jednym okręgiem i drugim nie jest zbyt wielka w stosunku do promienia kuli, to powierzchnię taką można by uważać za płaską w przybliżeniu i, po rozcięciu w pewnym miejscu, można by ją rozwinąć na płaszczyźnie (patrz rys. 31).

Kopiorama lub kopiarka — jest to ramka z szybką i przyciskiem, w której kopiujemy z kliszy lub blony odbitki na papierze fotograficznym.

Krugorama — kino panoramiczne opracowane w Związku Radzieckim w 1959 r.

Krzywna powierzchni — krzywizna powierzchni kuli jest stała w każdym jej punkcie. Krzywizna powierzchni elipsoidy trójosiowej jest niemal w każdym punkcie inna. Dla tego rodzaju powierzchni krzywizna powierzchni w danym punkcie może być określona przez promień największej kuli stycznej wewnętrznie w tym punkcie. Podobnie można by określić krzywiznę dowolnej powierzchni.

Lustro hiperboliczne — jest to lustro, które posiada powierzchnię nie-płaską lecz o krzywiznie hiperboli (a nie koła).

Lustro kuliste — jest to lustro, którego powierzchnia jest częścią powierzchni wypukłej lub wklęsłej kuli.

Lustro paraboliczne — jest to lustro, które posiada powierzchnię nieplaską, lecz o krzywiznie paraboli (a nie koła).

Lustranka — aparat fotograficzny, w którym obraz odbity w lustrze jest rzutowany na matówkę.

Łuk krzywej — część krzywej zawarta pomiędzy wyznaczonymi przez nas różnymi punktami.

Makroskopowe wymiary — są to wymiary takich szczegółów lub obiektów, które należy fotografować w skalach 1:1 aż do 10:1, gdyż przy zmniejszeniu mogą zaniknąć na fotografii.

Makrostruktura — budowa wewnętrzna jakiegoś przedmiotu, która się daje obserwować jeszcze gołym okiem, lub przy nieznacznym powiększeniu.

Makrozdjęcia panoramowe — zdjęcia panoramowe robione w skali 1:1, lub w skali nieco powiększonej lecz nie większej niż 10:1.

Materiały negatywowe o dużej sile rozdzielczej — są to takie materiały, które mają bardzo cienką warstwę emulsji, a przy tym zawarte w niej kryształy światłoczułe mają bardzo małe wymiary (np. poniżej jednego mikrona).

Materiały światłoczułe — są to klisze, błony i papiery fotograficzne.

Matówka — szyba zmatowana jednostronnie i umieszczona w aparacie fotograficznym tak, że ós obiektu przebiega ją w jej środku pod kątem prostym. Na matówce w aparacie fotograficznym oglądamy obraz który znajduje się na kliszy, gdy matówkę zastąpimy kliszą.

Merkantynie — oznacza — od strony zarobkowej, czyli dochodu.

Metoda pokrętna wykonywania zdjęć panoramowych zwykłym aparatem fotograficznym polega na tym, że aparat fotograficzny do każdego następnego zdjęcia pokręcamy w płaszczyźnie stałe o ten sam kąt dookoła osi. Przeważnie osią obrotu jest śruba statywu.

Metoda posuwowa wykonywania zdjęć panoramowych zwykłym aparatem fotograficznym polega na tym, że aparat fotograficzny do każdego następnego zdjęcia przesuwamy w płaszczyźnie tak, że osie obiektu w we wszystkich przesunięciach są zawsze równoległe do siebie.

Mikroskopowe wymiary — są to wymiary takich szczegółów lub obiektów, które należy fotografować w skali większej niż 10:1, gdyż przy fotografowaniu w skali mniejszej mogą zaniknąć na fotografii.

Mikrostruktura — budowa wewnętrzna jakiegoś przedmiotu, która się da obserwować dopiero przy powiększeniu większym niż dziesięciokrotne.

Mikrozdjęcia panoramowe — zdjęcia panoramowe drobnych obiektów robione w skali większej niż 10:1, np. 50:1 itp.

Nuansy barwne — subtelne różnice w tonacji kolorów.

Obiektyw o budowie torusa — specjalna konstrukcja obiektywu, stosowanego przeważnie do zdjęć meteorologicznych. Rysunek i dokładne objaśnienia w tejże książce na str. 104.

Obiektyw szerokokątny — specjalnie skonstruowany obiektyw, który rzutuje na kliszę poprawny obraz pod dużym kątem (90°—130°).

Obiektyw tubus — patrz tubus obiektywu.

Obserwacja w prześwicie — na pulpicie retuszera umieszczoną kliszę obserwujemy, gdy z drugiej jej strony jest prześwietlana przez światło odbite od lustra. Rysunki 58 i 59 na str. 126 i 127.

Oko nieuzbrojone — jest to takie oko, które obserwuje samo bez pomocy żadnych optycznych urządzeń, które pomagałyby lepiej widzieć obserwowany obiekt.

Oko uzbrojone — oko używające do obserwacji różnych układów optycznych powiększających (rzadziej pomniejszających).

Optyka obiektywu — oznacza układ soczewek w tym obiektywie wraz z wszelkimi własnościami optycznymi poszczególnych soczewek oraz własności optyczne obiektywu jako całości zbioru tych soczewek.

Os optyczna obiektywu — abstrakcyjna linia prosta, która jest prostopadła do wszystkich powierzchni optycznych obiektywu i przechodzi przez ich środek.

Panoramowe zdjęcie — obraz fotograficzny otaczających nas przedmiotów lub okolicy objętej możliwie jak największym kątem widzenia, lub widok całkowity jakiegoś przedmiotu lub eksponatu ze wszystkich jego stron.

Panoramowe zdjęcia stereoskopowe — są to takie zdjęcia panoramowe, które oglądane przez stereoskop dają wrażenie, że przedmioty sfotografowane są od nas w różnej odległości; stwarzają one wrażenie przestrzeni.

Patent lub opatentowanie — nadanie autorowi danego pomysłu, rozwiązania konstrukcyjnego lub całej konstrukcji wyłącznego prawa realizacji np. w technice i czerpania siąd korzyści ekonomicznych. Opatentowany przez autora projekt może być przez niego odsprzedany np. jakiejś instytucji chcącej go wykorzystac.

Perspektywa — sposób przedstawienia obrazu przedmiotów trójwymiarowych na powierzchni płaskiej, cylindrycznej, kulistej bądź innej, oraz pokazanie jakim uległy zmianom faktyczne rozmiary tych brył, forma, ostrość itp. w zależności od położenia tych brył w przestrzeni i odległości ich od obserwatora.

Perspektywiczne przerysowanie w fotografii zachodzi wówczas, gdy fotografujemy przedmioty blisko i daleko położone od obiektywu, wtedy perspektywa tych obrazów znacznie się różni od widzenia dwuocznego, patrz § 14, str. 78 i uwagi.

Perspektywy przetransponowanie — jest to sposób, za pomocą którego jeden rodzaj perspektywy przetwarzamy na inny, np. perspektywę walcową na perspektywę centralną liniową.

Pierścien kolisty — vide kolisty pierścień.

Plamkowanie — usuwanie na pozytywie plamek, które powstały z różnych przyczyn przy kopiowaniu odbitek. Plamkowanie może się odbywać ołówkiem lub pędzelkiem.

Plener — vide zdjęcia w plenerze.

Poderzwone światło — światło niewidoczne, którego długość fali jest większa ponad 720 milimikronów.

Pojedyncza ekspozycja oznacza jedno zrobione zdjęcie.

Pojedynczy negatyw — jeden z negatywów spośród serii wykonanej do danego zdjęcia panoramowego.

Pokrętna metoda — vide metoda pokrętna.

Posuwowa metoda — vide metoda posuwowa.

Powierzchnie klinowe kuli — powstają jeżeli przetniemy powierzchnię kuli przez bieguny powierzchniowymi, nachylonymi do siebie pod niewielkimi kątami (15° itp.), powierzchnie te można w przybliżeniu uważać za płaskie. Kształt i powstawanie tych powierzchni sposobem fotograficznym objaśnia schemat rysunku 32.

Powierzchni krzywizna — vide krzywizna powierzchni.

Powiększalnik — vide rzutnik.

Pulpit retuszowski — specjalne urządzenie do retuszowania negatywów; dokładny widok pulpitu jest przedstawiony na fot. 56 i 57.

Punkt główny na horyzoncie — jest to punkt, w którym oś naszego oka przebiega horyzont, gdy jesteśmy doń zwrócenii frontem.

Punkt główny zbiegu na horyzoncie — w punkcie tym zbiegają się wszystkie linie równoległe płaskie, gdy linie te są równoległe do osi patrzącego oka.

Pracy kamery kąt — vide kąt pracy kamery.

Projekcyjna szpara — vide szpara projekcyjna.

Prowadnica kasety — vide kasety prowadnica.

Pryzmat — pochodzi od greckiego *prizein* — łamać. Jest to bryła najczęściej w kształcie prostopadłościanu o podstawie trójkątnej, zrobiona z przezroczystego materiału, załamująca promienie świetlne przy przechodzeniu przez ściany łamiące.

Przedmioty o różnym kontraście świetlnym — np. białe tło graniczące bezpośrednio z tłem czarnym. Płaszczyzna biała i czarna graniczące ze sobą w tym wypadku mają różny kontrast świetlny. Arkusz np. szary rozcięty na pół i nałożony częściowo drugą połową na pierwszą nie tworzy kontrastu świetlnego między swymi częściami.

Przejęcia tonalne szerokość — vide szerokość tonalnego przejścia.

Przerysowanie perspektywiczne — vide perspektywiczne przerysowanie.

Przeświet — vide obserwacja w prześwietle.

Przetransponowanie perspektywy — vide perspektywy przetransponowanie.

Retusz świetlny — taki dobór światła przy oświetlaniu fotografowanego obiektu, że obiekt na fotografii wypadła jak najkorzystniej pod względem tonalnym walorów.

Rozdzielca siła materiałów negatywowych — vide materiały negatywowe o dużej sile rozdzielczej.

Rozdzielca siła obiektywu — oznacza tu możliwość jego zarejestrowania na negatywie (kliszy) jak najbardziej drobnych szczegółów. Siłę rozdzielczą

obiektywu określa się ilością linii czarnych i białych na jednym milimetrze, które obiektyw zdolny jest zarejestrować poprawnie. Im większą liczbę tych linii obiektyw jest zdolny zarejestrować, tym jego liniowa siła rozdzielcza jest większa. Prócz tej rozdzielczości każdy obiektyw posiada tonalną siłę rozdzielczą, co oznacza, w jakim stopniu potrafi on uwidocznić granicę pomiędzy słabo tonalnie różniącymi się obrazami sąsiadujących ze sobą powierzchni.

Rozwinięcie powierzchni obrazu kuli — w tym wypadku chodzi o rozwinięcie obrazu powierzchni kuli. Sposób, za pomocą którego z niewielkimi zniekształceniami obraz powierzchni kuli rozłożony na powierzchni płaskiej, niekiedy w sposób ciągły dla wszystkich partii obrazu.

Równomierne światło rozproszone — światło rozchodzące się we wszystkich kierunkach i w każdym miejscu mające takie same natężenie świetlne. **Rzutnik** — to samo co powiększalnik fotograficzny. Urządzenie optyczne do robienia powiększeń z klisz lub błon fotograficznych.

Siła rozdzielcza materiałów negatywowych — vide materiały negatywowe o dużej sile rozdzielczej.

Siła rozdzielcza obiektywu — vide rozdzielca siła obiektywu.

Skala zdjęcia — stosunek wymiaru szczegółów na obrazie do wymiaru tych szczegółów na oryginalne. Określenie to jest zupełnie ścisłe przy poprawnej reprodukcji powierzchni płaskich.

Sklejanie na zakładkę — sklekanie fotografii tak, że jedna zachodzi brzo- giem za drugą.

Skrót perspektywiczny — występuje na fotografiach takich obiektów przestrzennych, których nie wszystkie szczegóły znajdują się w tej samej odległości od obiektywu i wtedy nie każdy szczegół tych przedmiotów jest sfotografowany w tej samej skali.

Skurczu współczynnik — vide współczynnik skurczu.

Stanowisko fotografowania — miejsce w którym ustawiono aparat fotograficzny na statywie do wykonywania zdjęcia.

Strzałka łuku krzywej — jest to najdłuższy ze wszystkich odcinków zawartych między cięciwą tego łuku a danym łukiem krzywej, prostopadłych do tej cięciwy.

Szablony okienko — otwór ustalonych rozmiarów, przez który fotografujemy wszystkie odpowiednio ustalone miejsca obiektu do zdjęcia panoramowego.

Szerokość przejścia tonalnego — obrazy fotograficzne bezpośredniej granicy pomiędzy czarnym i białym tłem nie dają takiego samego bezpośredniego przejścia, lecz pomiędzy białym i czarnym tłem na pograniczu wytwarza się pas graniczenia, który w sposób stopniowy przechodzi od czarnego do białego tonu. Szerokość takiego pasa nazywamy szerokością przejścia tonalnego.

Szpara projekcyjna — wąska szpara szerokości około 10 mm i długości około 90 mm, która przesuwa się tuż przy filmie ruchem jednostaj-

nym i w tym czasie światło przechodzące przez obiektyw naświetla tą szparą materiał negatywowy. Nie są to stałe rozmiary — inne w aparacie małoobrazkowym, a inne w szerokoślawym.

Srodek optyczny kliszy — punkt, w którym oś optyczna obiektywu przebija kliszę, leżący przeważnie na przecięciu przekątnych tej kliszy lub matówki.

Srodek optyczny obiektywu — jest to punkt teoretyczny leżący na osi optycznej tegoż obiektywu i mający tę własność, że przez ten punkt przechodzą wszystkie promienie światła docierające do obiektywu.

Światło podczerwone — vide podczerwone światło.

„Światowid” — bożek pogański Słowian, który miał cztery twarze zwrócone w cztery strony świata.

Teleobiektyw — specjalnie skorygowany obiektyw, który dzięki odpowiedniemu urządzeniu daje tej samej wielkości obraz przy znacznie mniejszym wyciągu miecha, niż dla normalnego obiektywu.

Tonalne usterki — vide usterki tonalne.

Torus — bryła powstała przez obrót koła dookoła stycznej do niego prowadzonej lub dookoła osi prostopadłej do przedłużenia promienia tego koła. W fotografice vide obiektyw o budowie torusa.

Tubus obiektywu — metalowa oprawa w kształcie przeważnie walca. Tubus, tuba oznacza kawałek rury walcowej.

Ultrafiolet — światło niewidzialne, którego długość fali jest mniejsza niż 360 milimikronów.

Układy optyczne cineramy i torusa — vide cineramy układ optyczny.

Usterki tonalne — powstają przy sklejanym seryjnym poszczególnych zdjęć panoramowych, gdy te w czasie wykonywania miały różnice w naświetleniu.

Widnokrag — vide horyzont.

Współczynnik skurczu — błony i papiery fotograficzne w czasie obróbki chemicznej pod wpływem kąpieli i suszenia kurczą się nierównomiernie dla obu kierunków: długości i szerokości. Stosunek wymiarów długości lub szerokości błony i papieru po obróbce chemicznej do odpowiednich długości i szerokości przed obróbką chemiczną — nazywamy współczynnikiem skurczu.

Wymiary makroskopowe i mikroskopowe — vide makroskopowe wymiary i mikroskopowe wymiary.

Wywoływacz drobnoziarnisty — jest to taki wywoływacz, który wywoławszy obraz utajony nie powiększa mikroskopowej wielkości wymiarów grudek srebra metalicznego w emulsji. Inne wywoływacze mogą to zrobić i powiększają wymiary grudek srebra metalicznego.

Zadiafragmowanie — ustalenie odpowiedniej przysłony przed przystąpieniem do fotografowania (diafragma — przysłona).

Zdjęcia fotografometryczne — są to zdjęcia wykonywane specjalnymi aparatami ratami z samolotów, lub zdjęcia wykonywane specjalnymi aparatami

z powierzchni ziemi tzw. zdjęcia naziemne. Oba rodzaje zdjęć są przeznaczone do wykorzystania w celach geodezyjnych.

Zdjęcia panoramowe — vide panoramowe zdjęcia.

Zdjęcia w plenerze — oznaczają zdjęcia robione na wolnym powietrzu (przeważnie odnosi się to do zdjęć krajoobrazowych).

Zdjęcia panoramowe stereoskopowe — vide panoramowe zdjęcia stereoskopowe.

Zsynchronizowanie — ujednoczenie w czasie i przestrzeni.

Zwierciadło sferyczne — jest to zwierciadło, którego powierzchnia nie jest płaską, lecz powierzchnią kuli wklęsłą lub wypukłą. Vide lustro.

SKOROWIDZ

- aberracje optyczne obiektywu * 78
- achromaty (obiektywy) * 83
- aerograf * 128
- anastygmat * 96
- aplanaty (obiektywy) * 83
- archeologia 4
- barwna fotografia panoramowa * 31
- biegun powierzchni kuli 62
- blony fotograficzne 46
- blony fotograficzne barwoślepe 113
- blony fotograficzne ortochromatyczne 113
- błony fotograficzne ortopanchromatyczne 113
- cząstełki 113
- błony fotograficzne panchromatyczne 113
- błony fotograficzne wszechbarwowe 113
- cząstełki 113
- błony fotograficzne wszechbarwowe 113
- cząstełki 113
- boczne przerysowanie perspektywiczne 78, 107
- „camera obscura” * 163
- celuloid 128
- centralna perspektywa liniowa 133, 134
- cięciwa 52
- cineramy układ optyczny * 100, 165
- „cinerarium” * 100
- „circularia” * 100
- cylintryczna perspektywa 135
- cyrkiel trójnożny 52, 53
- czas ekspozycji * 36, 107
- dermatograficzny oówek * 53
- diafragma * 27, 36, 54, 71
- docinanie odbitek * 168
- dystorsja * 17, 26, 71, 118
- dystorsja beczkowa 26, 71, 118
- dystorsja rogolowa 26, 71, 118
- efekty światła niewidzialnego * 164
- eksperytyza kryminalna * 4
- ekspozycji czas * 21, 107
- eliptyczne lustro * 106
- emulsja fotograficzna * 17
- farby laserunkowe * 128
- filtru gęstości * 164
- fiszerek * 124, 125
- „fix focus” * 96
- fotoalhidade * 93
- fotografia barwna * 31
- fotografia detektywistyczna * 108
- fotografia dokumentalna * 31
- fotografia-plan * 39
- fotograficzna emulsja * 13
- fotograficzna klisza 113
- fotograficzne klisze szklane * 113
- fotograficzne odbitki 113—120
- fotograficzne rozwinięcie obrazu 13—95
- fotograficzne zdjęcie powierzchni bryły 13—95
- fotograficzny aparat 14
- fotograficzny obraz 23, 25, 79
- fotograficzny papier 17
- fotografowania czynnego kąta 86

* Gwiazdka oznacza występowanie pojęcia w zbiorze objaśnień.

- fotografowania ostrość 27, 45, 57
- fotografowania stanowisko * 22, 119
- fotografowany motyw 29
- fotografowany motyw małokontrastowy 111, 114
- fotografowany obiekt 31, 32
- fotografowany teren 33
- fotografujący zespół kamer 72—77
- fotogram 101
- fotogram zachmurzenia 101—102
- fotogrametryczne zdjęcia * 4
- fotomontaż kliszowy * 115, 138
- fotomontaż odbitek * 10, 11, 20, 58, 77
- fotomontaż panoramowy * 20, 21
- fotomontaż zdjęcia panoramowego * 115—120
- fotopanoramyczne rozwinięcie obrazu powierzchni kuli * 58, 70
- gęstość filtra * 164
- głębina ostrości * 27, 28
- głównego oświetlenia kąta * 10
- gradacja materiałów negatywowych 113, 114
- horyzont * 7, 27, 47, 155
- hyperboliczne lustro 106
- hyperfokalna odległość * 27
- jasność obiektywu 27, 92
- jednolita perspektywa 139
- kamer lustrzано-optycznych zespoły 75—78
- kasety przewodnica * 88
- kąt czynnego fotografowania kamer 86
- kąt głównego oświetlenia 10, 111
- kąt ogólny zdjęcia panoramowego zespołu kamer * 73
- kąt ostrego widzenia oka * 9
- kąt pokrętu lub skrętu 17, 21, 28, 29, 75, 120
- kąt pracy obiektywu * 13, 83, 150
- kąt pracy kamery * 83
- kąt widzenia obiektywu ap. fot. * 8, 16, 77
- kąt widzenia matówki 16
- klisza fotograficzna 113
- klisza fotograficzna szklana 113
- klisza fotograficzna barwoślepa 113
- klisza fotograficzna ortochromatyczna 113
- klisza fotograficzna ortopanchromatyczna 113
- klisza fotograficzna panchromatyczna 113
- klisza fotograficzna wszechbarwowa 113
- kliszy fotomontaż 115
- kliszy środek optyczny * 17
- koliste pierścienie * 160
- kopiorama * 115
- krażek nieostrości 27
- „krugorama” * 100
- krzywizna powierzchni * 50, 52, 55
- kulista perspektywa 135
- kuliste lustro * 101, 105, 106
- laserunkowe farby * 128
- linia krzywa 49, 50
- linia łamana 50
- linie marginesowe matówki 22, 24
- liniowa perspektywa centralna 133
- liniowy zestaw kamer kombinowanych 72—76
- lustra eliptyczne * 106
- lustra hiperboliczne * 106
- lustra paraboliczne * 106
- lustro kuliste * 101, 105, 106
- lustrzanka * 102
- lustrzано-optycznych kamer zespoły 105—108
- łuk krzywej * 50—51
- makroskopowe wymiary * 162
- makrostruktura * 162
- makrozdjęcia panoramowe * 162

mało kontrastowy motyw fotografowany 111, 114
marginesowa ramka 20
marginesowe linie matówki 22, 24
marginesowe pasy 35
materiałów negatywowych czułość 113
materiałów negatywowych gradacja 113
materiałów negatywowych miara czułości 113
materiały negatywowe o dużej sile rozdzielczej * 29
materiały światłoczułe * 86
matówka * 18, 19
mechaniczny retusz 37
merkantylnie * 82
metoda pokrętna * 10, 22, 28, 30, 46
metoda posuwowa * 10, 30, 32, 37
metoda wykrywania 130
mikroskopowe wymiary * 162
mikrostruktura * 162
mikrozdjęcia panoramowe * 162
motywu fotografowanego treść 29
naklejanie odbitek 116
negatywowe materiały o dużej sile rozdzielczej * 29
nieostrości krążek 27
niewidzialnego światła efekty * 164
niuanse barwne * 127
normalne widzenie 7—8
obiekt fotografowany 4, 32
obiektyw 9
obiektyw o budowie torusa * 101—105
obiektywy szerokokątne * 9, 28
obiektywu optyka * 96
obiektywu tubus (oprawa) * 102
obrazy panoramowe (malarskie i inne) 9
obrót ciągły 83, 87
obrót jednostajny 83, 87
obserwacja w prześwicie * 123

pomocnicza siatka podziału terenu 34—36, 37—39
poprzeczne ramię statywu 39
posuwowa metoda * 10, 12, 30—31, 32—37, 37—39, 39—46, 46—50, 50—54, 54—72
powierzchnia obrazu kuli 54—72
powierzchnie klinowe kuli * 63, 64
powierzchni krzywizna * 68
powierzchni kuli biegun 62
powierzchni rozwinięcie fotograficzne 61
powiększalnik * (rzutnik) 77, 120
przerysowanie boczne i odległościowe 80
pulpit retuszowski * 123
punkt główny zbiegu na horyzoncie * 148, 150
pracy kamery kąt * 83
projekcyjna szpara lub szczelina * 87, 88, 91, 92, 93, 94
promień krzywizny 50, 52
prowadnica kasety * 88
pryzmat * 94
przedmioty o różnym kontraście świetlnym * 111
przejścia tonalnego szerokość * 27
przerysowanie perspektywiczne * 21, 29, 107
prześwit * (obserwacja w prześwicie) 123
przetrasponowanie perspektywy * 165
rampa marginesowa 20, 77
retusz świetlny * 110, 112, 121
retusz chemiczny 121
retusz mechaniczny 37, 127
rozdzielcza siła materiałów negatywowych * 99
rozdzielcza siła obiektywu * 29, 99
rozwinięcie fotograficzne obrazu powierzchni bryły 46, 49, ..., 61
rozwinięcie powierzchni obrazu kuli * 54—72

rozwinięcie powierzchni waleca 39—46, 62
równomierne światło rozproszone * 115
ruch zsynchronizowany 83
rzutnik (powiększalnik) * 77, 120
sferyczne zwierciadło * 105
siatka podziału 34, 36, 39, 47, 59, 60
siła rozdzielcza materiałów negatywowych * 99
siła rozdzielcza obiektywu * 29, 99
skala zdjęcia * 35, 37, 41, 50, 56
sklejanie odbitek na zakładkę * 37, 116, 117
skrót perspektywiczny * 30, 39, 42, 48, 66, 67, 136
skróty współczynnik 136
skurcz mat. fotogr. 46
skurcu współczynnik * 46
stanowisko fotografowania * 30, 110
statywu aparatu do zdjęć panoramowych 15, 20, 44
strzałka łuku krzywej * 49, 52
stykowe kopiowanie 77, 115—117
szablon-okienko * 58
szerokość przejścia tonalnego * 27
szpara projekcyjna * 87, 88, 91, 92, 93, 94
szparowanie 121
środek optyczny kliszy * 17
środek optyczny obiektywu * 15, 75, 97
światło podczerwone * 164
„Światowid” * 160
teleobiektyw * 28, 46
teren fotografowany 33
torus * 102, 105
tonalne usterki * 98
treść motywu fotografowanego 72
tubus obiektywu * 102
ultrafiolet * 164
układ optyczny torusa * 102—105

ustalenie lub ustawienie ostrości 21, 37
 usterki tonalne * 98
 wada bocznego przerysowania perspektywnego 30
 wada odległościowego przerysowania perspektywnego 30
 warstwa przeciwodblaskowa 96
 widnokrąg (horyzont) * 9
 widok panoramowy 7
 widzenie normalne 7—8
 widzenie panoramowe 8
 współczynnik skrótności 136
 współczynnik skurczu * 46
 wybyszczenie odbitek fotograficznych 132
 wydłużanie perspektywiczne 137
 wykonywanie jednostajne ciągłych zdjęć 83
 wymiary makroskopowe i mikroskopowe * 162
 wywoływacz drobnoziarnisty * 29, 114

wywoływacze miękkopracujące i normalne 114

zadziagnowanie * 21, 45
 zdjęcia fotograficzne * 176
 zdjęcia lotnicze 4
 zdjęcia panoramowe * 3, 7, 14, 47
 zdjęcia panoramowe stereoskopowe * 95
 zdjęcia w plenerze * 4, 10, 98
 zdolność rozdzielcza, siła rozdzielcza 99
 zespół fotografujący kamer 72—77, 165
 zespół kamer lustrzано-оptycznych 165
 zestaw liniowy kamer kombinowanych 72—75
 zsynchronizowanie * 83
 Związek Fotografików Polskich (ZFP) 97
 zwierciadło (lub lustro) sferyczne 105

SPIS RZECZY

Od Autora 3

Rozdział I

Wiadomości wstępne

§ 1. Istota zdjęć panoramowych 7

Rozdział II

Zdjęcia panoramowe wykonane zwykłymi kamerami fotograficznymi (z obiektami o klasycznej konstrukcji)

§ 2. Uwagi ogólne 12

§ 3. Metoda pokrętna przy zastosowaniu obiektywów krótkoogniskowych ($10\text{ cm} \leq F \leq 24\text{ cm}$) i o kącie pracy α , gdzie $40^\circ \leq \alpha \leq 80^\circ$ 13

§ 4. Metoda pokrętna przy zastosowaniu teleobiektywów ($24\text{ cm} \leq F \leq 60\text{ cm}$ i więcej) i obiektywów szerokokątnych 28

§ 5. Metoda posuwowa przy zastosowaniu zwykłego pojedynczego aparatu fotograficznego 30

§ 6. Zdjęcia płaskich powierzchni poziomych wykonane metodą posuwową (posuw odbywa się po liniach prostych) 32

§ 7. Zdjęcia płaskich powierzchni pionowych wykonane metodą posuwową (posuw odbywa się po liniach prostych) 37

§ 8. Zdjęcia-rozwinięcia obrazu powierzchni walcowych wykonane metodą posuwową (posuw odbywa się po liniach krzywych) 39

§ 9. Zdjęcia-rozwinięcia obrazu powierzchni stożkowych i innych typu obrotowego wykonane metodą posuwową (posuw odbywa się po liniach krzywych) 47

§ 10. Zdjęcia-rozwinięcia obrazu dowolnych powierzchni niepiaskich, stycznych jednokierunkowo do linii prostej (względnie do pionu) wykonane metodą posuwową (posuw odbywa się po liniach krzywych) 50

§ 11. Zdjęcia-rozwinięcia obrazu powierzchni kuli i innych powierzchni niekształtnych wypukłych lub wklęsłych wykonane metodą posuwową (posuw odbywa się po liniach krzywych) 54

§ 12. Zdjęcia panoramowe wykonane metodą sprzegania zestawu linowego kamer, kombinowanych z lustrami płaskimi 72

§ 13. Zdjęcia panoramowe wykonane metodą sprzęgania zestawu kołowego kamer	76
§ 14. Zdjęcia panoramowe wykonane przy zastosowaniu obiektywów szerokokątnych	78

Rozdział III

Zdjęcia panoramowe wykonane specjalnie skonstruowanymi kamerami, zaopatrzonymi w obiektywy o klasycznej konstrukcji

§ 15. Wiadomości ogólne	82
§ 16. Pierwsze specjalne konstrukcje kamer z drugiej połowy XIX wieku do ciągłych zdjęć panoramowych	84
§ 17. Kamera panoramowa pomysłu W. Pinkernelle'a	86
§ 18. Kamera panoramowa pomysłu G. Dedreux	86
§ 19. Kamera panoramowa według patentu Nr 68503 DRP	88
§ 20. Kamera panoramowa pomysłu H. F. C. Hinrichsena z Hamburga — patent Nr 122499 DRP	88
§ 21. Kamera panoramowa według patentu amerykańskiego Nr 624533 (122615 DRP) firmy Eastman Kodak	89
§ 22. Kamera panoramowa pomysłu A. Palletana	91
§ 23. Kamera panoramowa pomysłu I. W. Bagleya	92
§ 24. Kamera panoramowa pomysłu Karla Mayera	93
§ 25. Kamera panoramowa fabryki Meopta w Czechosłowacji	95
§ 26. Wykaz kamer panoramowych wg numerów patentów, zarejestrowanych w ostatnich 40 latach	96
§ 27. Ogólna ocena zalet i wad kamer panoramowych obrotowych i ich ogólna przydatność w pracy	98

Rozdział IV

Zdjęcia panoramowe wykonane przy pomocy specjalnie skonstruowanych układów optycznych

§ 28. Pełny obraz całkowicie otaczającej nas przestrzeni	101
§ 29. Stosowanie obiektywu o konstrukcji „Torus”	102
§ 30. Stosowanie zestawu ze zwykłej kamery sprzężonej z lustrami sferycznymi	105

Rozdział V

Warunki wykonywania zdjęć panoramowych

§ 31. Kompozycja obrazu zdjęć panoramowych	109
§ 32. Zagadnienie właściwego oświetlenia modelu zdjęć panoramowych	110

Rozdział VI

Prace laboratoryjne

§ 33. Wstępny etap prac laboratoryjnych	113
§ 34. Zagadnienie retuszu w pracach fotografii panoramowej	120

Rozdział VII

Perspektywa zdjęć panoramowych

§ 35. Wiadomości ogólne o perspektywie	133
§ 36. Perspektywa zdjęć panoramowych wykonanych zwykłym aparatem metodą pokrętną i posuwową	139
§ 37. Perspektywa zdjęć panoramowych wykonanych specjalnymi kamerami obrotowymi z obiektywami o klasycznej budowie	152
§ 38. Perspektywa zdjęć panoramowych wykonanych specjalnymi obiektywami lub specjalnymi zestawami układów optycznych	160

Rozdział VIII

Specjalne zdjęcia panoramowe

§ 39. Makro- i mikrozdjęcia panoramowe	162
§ 40. Zdjęcia panoramowe kamerą obscurą	163
§ 41. Zdjęcia panoramowe w świetle promieni podczerwonych i innych promieni	164

Rozdział IX

Zakończenie

§ 42. Możliwości rozwojowe fotografii panoramowej w przyszłości	165
Objaśnienia	167
Indeks nazwisk	179
Skorowidz	180