



FEDERACJA AMATORSKICH
STOWARZYSZEŃ FOTOGRAFICZNYCH W POLSCE
BYDGOSKIE ZAKŁADY FOTOCHEMICZNE „FOTON"

MATERIAŁY SEMINARIÓW TECHNIKI FOTOGRAFII FASFP – FOTON

Blok tematyczny:

TECHNIKI SPECJALNE

Zeszyty szkoleniowe FASFP – FOTON – 1983/84

SPIS TREŚCI

	Strona
Aleksander Żakowicz: I. Podział technik szlachetnych. ...	1
Aleksander Żakowicz: II. Techniki szlachetne.	5
Stanisław Jabłonka: Metody barwnej izohelii.	30

Uwagi dotyczące niniejszego wydawnictwa prosimy kierować pod adresem Prezydium Rady Federacji Amatorskich Stowarzyszeń Fotograficznych w Polsce, ul.Śniadeckich 10, 00-656 Warszawa.

Aleksander Żakowicz

I. PODZIAŁ TECHNIK FOTOGRAFICZNYCH

Historia fotografii zaczyna się od wynalazku Daguerre'a i Niepce'a, od uzyskiwania obrazów na posrebrzanych płytkach uczulanych w jodku potasu i wywoływanych w parach rtęci. Równocześnie w Anglii William Henry Fox Talbot wynalazł i opatentował technikę negatywowo-pozytywową, w której materiałem negatywowym, jak i pozytywowym był papier uczulany w azotanie srebra i halogenkach potasowych. Papier używany jako negatyw uczulany był dla uzyskania większej czułości w jodku potasu i aby był bardziej przejrzysty miał podłoże nasycone woskiem. Obraz negatywowy wywoływano w roztworze kwasu galusowego i utrwalano w tiosiarczanie sodowym. Papier przeznaczony na pozytywy uczulano chlorkiem sodu lub potasu. Technikę tę nazywano od nazwiska wynalazcy „talbotypią", sam Talbot nazwał ją „kalotypią". Obrazy uzyskiwane metodą Daguerre'a i Niepce'a nazywano powszechnie „dagerotypami", a samą metodę „dagerotypią".

Obie metody przez lat kilkanaście współegzystowały, choć nie można mówić o konkurencji z tego względu, że jakość w ocenie wizualnej dagerotypów była bez porównania lepsza. Na niską jakość kalotypii wpływały mankamenty negatywu - papier jako podłoże miał wiele wad, a jego nierównomierna, ziarnista struktura uwidaczniała się na kalotypowych pozytywach. Ponadto opatentowanie metody Tabolta wymagało opłat za stosowanie tego procesu w praktyce.

Wynalezienie w roku 1851 emulsji kolodionowej przez Fredericka Scotta Archera i Le Gray'a i zastosowanie płyty szklanej zamiast podłoża papierowego przekształciło kalotypię w nowoczesną technikę fotograficzną i spowodowało całkowite zaniechanie dagerotypii. Do końca lat pięćdziesiątych XIX wieku prawie wszystkie zakłady fotograficzne przestawiły się na metodę koloidową; w szybkim tempie rosła również popularność i dostępność fotografii.

Przedstawiciele sztuk plastycznych, a zwłaszcza malarstwa, z niepokojem obserwowali pojawienie się i wzrost popularności fotografii. Monopilistyczne funkcje dokumentacyjne malarstwa, grafiki i rysunku zaczęły się wymykać z rąk wielu przedstawicieli sztuki. Stały się modne portrety fotograficzne, początkowo w formie dagerotypów, potem wykonane na papierze fotograficznym. Mimo nieporęcznego i ciężkiego sprzętu używanego w technice kolodionowej kwitła fotografia reporterska - nawet wojna krymska była już obfotografowana.

Zaniepokojeni o swój byt przedstawiciele sztuk pięknych /mimo, iż

wielu z nich nauczyło się posługiwać fotografią w pracy twórczej, a inni stali się jej wiernymi zwolennikami[x] zaczęli atakować fotografię, zarzucając jej „mechaniczność rejestracji", „bezduszność" i brak możliwości „ingerowania mózgiem i ręką artysty". Jak głęboko sięgały te zarzuty w formułowanie opinii o fotografii może świadczyć współczesna wypowiedź Władysława Tatarkiewicza [xx], w której autor daje niedwuznacznie do zrozumienia, że widzi w fotografii tylko narzędzie analizy i informacji, zaniedbując lub może nie znając możliwości syntezy emocjonalnej, jaką może zapewnić posługiwanie się fotografią i jej współczesnymi technikami.

Wobec zarzutów posługujący się fotografią odpowiedzieli zastosowaniem różnych przekształceń obrazu, które to przekształcenia dążyły do przybliżenia fotografii w stronę malarstwa.

Pierwszym procesem jaki zastosowano w celu „uszlachetnienia" odbitek fotograficznych było zastosowanie dodatku soli złota lub platyny do utrwalacza /roztworu tiosiarczanu sodu/ celem uzyskania przyjemniejszego odcienia obrazu. Proces zwany „wirażem" [xxx] lub „wirofiksażem", przekształcony następnie w całkowite tonowanie /w osobnej kąpieli/ przetrwał do lat 30-tych, a nawet 50-tych naszego stulecia. Tonowanie złotem na sepię lub platyną na uszlachetniony granat było powszechnie stosowaną metodą wykańczania fotografii. Proces ten był nawet niezbędny, gdyż w owym czasie nie stosowano procesu wywoływania

---

x/ Fotografię uprawiali: Władysław Strauss /1834-1896/ absolwent petersburskiej Akademii Sztuk Pięknych, dekorator teatralny a potem fotograf; Maurycy Seyfried /1811-1892/ z wykształcenia artysta malarz - fotograf teatralny; Świt Szubert, Józef Czechowicz, Marcin Olsztyński i Stanisław Sheybal znani bardziej z twórczości fotograficznej niż z plastycznej. Warto wymienić także takie nazwiska związane z fotografią jak: Marcin Zaleski /1796-1877/, Dawid Octavius Hill /1802-1870/, Eugene Dalacroix /1798-1863/, Vincent Van Gogh /1853-1890/, Paul Gauguin /1848-1903/.

xx/ Władysław Tatarkiewicz w artykule „Fotografia i obrazy" /Fotografia, nr 2/1977, s. 2-3/, mimo iż bez zastrzeżeń zalicza fotografikę do sztuk plastycznych, to podkreśla pewne cechy fotografii związane z funkcją analityczno-informacyjną: ... „właściwością fotografii jest jej momentalność /.../ jest brak wymagania monumentalności, jej zdolność i prawo chwytania uroków chwili"...
Jest to na pewno ocena słuszna, ale nieco jednostronna, wypływająca z powielanych i tradycyjnych sądów o fotografii. Sądy te nie znają i pomijają funkcje syntez emocjonalnych rozwinięte dzięki współczesnemu arsenałowi fotograficznych środków i możliwości technicznych /przyp. aut./.

xxx/ Termin pochodzi z jęz. francuskiego, w którym słowo „virage" oznacza w terminologii fotograficznej zmianę barwy obrazu - tonowanie.

- obraz pozytywowy otrzymano stosując bardzo długie czasy naświetlenia aż do pojawienia się wyraźnego obrazu powstałego z rozkładu soli srebra pod wpływem światła słonecznego. Obraz taki był mdły, bez kontrastu i miał nieprzyjemny odcień strątu srebrowego. Po utrwaleniu tonowanie nadawało mu przyjemny dla oka odcień i wzmacniało kontrast przez zmianę barwy. Monopolem na tonowanie zachwiało dopiero wykorzystanie światłoczułości soli chromu i możliwość przekopiowania negatywów srebrowych na emulsje chromianowe zawierające pigmenty. Ta nowa możliwość kształtowania obrazu pozytywowego - uszlachetnianie - rozpoczyna epokę panowania t e c h n i k s z l a c h e t n y c h.

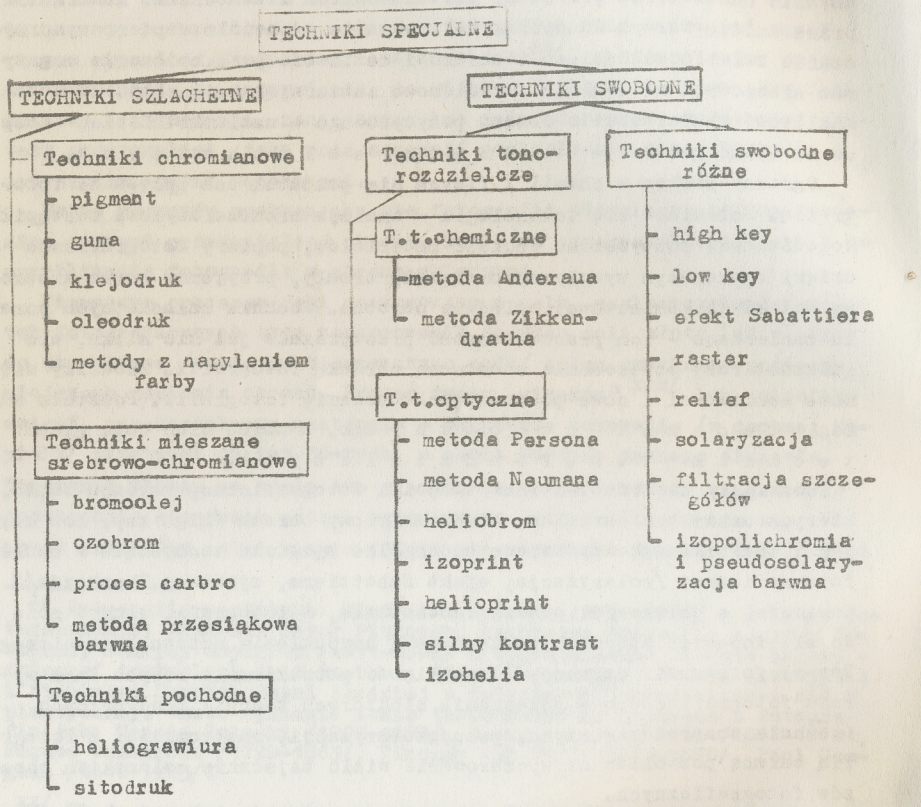
Ogromny postęp w chemii i fizyce nie pozostał bez wpływu na fotografię. Zmieniała się technologia - emulsja bromożelatynowa zastąpiła kolodionową, podwyższono czułość materiałów, papiery fotograficzne dzięki doskonałym wywoływaczom dawały trwały, przyjemny obraz srebrowy dzięki kilkuminutowej zaledwie obróbce. Technik szlachetnych pomału zaniechano - ich pracochłonność przewyższała już nie kilka, ale kilkaset razy powszechnie stosowaną obróbkę fotografii. Zrodziły się nowe możliwości i nowe potrzeby zastosowania fotografii. Powstało szereg t e c h n i k s w o b o d n y c h, a wśród nich cała grupa t e c h n i k t o n o r o z d z i e l c z y c h.

Rozwijały się również inne techniki fotograficzne, zarówno takie, których celem był określony efekt walorowy obrazu /high key, low key/, jak i techniki wykorzystujące szczególne zjawiska zachodzące w emulsji fotograficznej /solaryzacja, efekt Sabattiera, zjawisko Eberharda/. Konieczny w poligrafii proces rastrowania, w fotografii służyć może do eliminowania zbędnych szczegółów i uwypuklenia motywu zasadniczego. Rozwój fotografii barwnej dał możliwość poszukiwania nowych form wyrazu fotograficznego - połączenie niektórych technik tradycyjnych /technik tonorozdzielczych, pseudosolaryzacji, rastrowania/ z fotografią barwną pozwoliło na wyczarowanie wielu bajecznie malarskich obrazów fotograficznych.

Dla grupy tych jakże różnych technik nie można znaleźć innego miana niż t e c h n i k i s w o b o d n e r ó ż n e.

W polskiej literaturze fotograficznej brak jest do tej pory kompleksowego opisu technik fotograficznych. Jedynie w książce T.Klimeckiego [1] zaproponowany został system podziału technik specjalnych, wynikający z przedstawionego powyżej historycznego rozwoju fotografii i poszukiwań możliwości przetwarzania obrazu fotograficznego. Sam schemat podziału najwygodniej jest przedstawić w formie zestawienia blokowego. Zaproponowany poniżej schemat nie obejmuje wszystkich od-

mian technik szlachetnych czy też technik swobodnych, lecz te najbardziej znane i przydatne, które w dalszym ciągu niniejszego opracowania zostały szczegółowo omówione.



Istotnym uzupełnieniem do technik specjalnych są takie procesy jak tonowanie i retusz, a także cała gama technik fotomontażu. W przypadku technik montażowych możliwość swobodnego wzbogacania elementów treściowych i formy obrazu fotograficznego uzasadnia ujęcie ich w oddzielnym opracowaniu; z kolei tonowanie jako zabieg czysto chemiczny i retusz jako zabieg mechaniczny /aczkolwiek podporządkowane aktowi twórczemu/ nie powinny zaliczać się do technik specjalnych.

Aleksander Żakowicz

II. TECHNIKI SZLACHETNE

Techniki szlachetne rozwijały się w dobie użytkowania materiałów pozytywowych obarczonych wadą zbyt małej rozpiętości skali naświetleń w stosunku do możliwości modulowania naświetlenia obrazem zarejestrowanym na negatywie. Stosowanie technik szlachetnych zapewniało „malarską" delikatność oddawania szczegółów w światłach i cieniach obrazu, umożliwiało wpływ fotografującego na wzajemną relację natężeń tonalnych poszczególnych części obrazu dając możliwości swobodnego ukształtowania wizji artystycznej. Określając ten proces w sensie technologicznym należy stwierdzić, że techniki szlachetne powodowały takie zmiany charakterystyki materiału obrazowego, jakie są trudne do osiągnięcia nawet we współczesnej technologii fotograficznych materiałów pozytywowych. Wraz z rozwojem produkcji papierów bromowych do szybkiego kopiowania zostały techniki szlachetne zaniechane, niemniej zostawiły trwały ślad w historii fotografii i miały swój udział w rozwoju technik graficznych i poligraficznych.

Okres od końca XIX wieku do lat trzydziestych wieku XX był okresem panowania technik szlachetnych w salonach wystawowych. Pomimo ogromnej pracochłonności, jakiej wymagały fotogramy opracowywane technikami szlachetnymi ich udział w wystawach przekraczał nieraz 50%. Statystyka Królewskiego Towarzystwa Fotograficznego w Londynie podaje w latach 1910 i 1911 udziały 58% i 49% prac wykonanych w tych technikach przez członków Towarzystwa [2]. Liczby te zgodne są z podanymi przez J.Mierzecką [3] odnośnie działalności fotograficznej na terenie Polski.

Techniki szlachetne oparte są na światłoczułości i garbujących właściwościach soli chromu w koloidach organicznych takich jak żelatyna, kolodium, białko /albumina/, guma arabska czy klej rybi lub kostny. Odkrycie światłoczułości soli chromu przypisywane jest Mungo Pontonowi w roku 1839 [4]. Odkrycie to nie znalazło praktycznego zastosowania aż do roku 1852, kiedy Fox Talbot stwierdził garbujące działanie soli chromu na żelatynę podczas naświetlania. W roku 1855 A.L.Po-itevin zastosował ten proces do przenoszenia przedruku farbą obrazu fotograficznego uzyskanego w zgarbowanej solami chromu warstwie składającej się z mieszaniny albuminy, gumy arabskiej i żelatyny. Politevin uważany jest za twórcę metody pigmentowej i gumowej [4]. Metody te, jak również metoda olejowa, zwane chromianowymi, są podstawowymi technikami szlachetnymi. Rozwój chemii w końcu XIX wieku stworzył możliwości opracowania metod, w których wykorzystywano do garbowania

warstw koloidalnych również srebro tworzące pierwotny obraz fotograficzny. Powstało wtedy szereg metod szlachetnych srebrowo-chromianowych, z których metoda ozobromowa i bromooleJowa cieszyły się największą popularnością.

W Polsce, techniki szlachetne cieszyły się dużą popularnością. W technice gumowej pracowali Henryk Mikolash i Józef Świtkowski. Wykorzystywali w swojej twórczości technikę gumową również uczniowie Mikolasha: Janina Mierzecka, Zbigniew Bieniawski i Jan Neuman. Wśród innych warto wymienić takie nazwiska jak: Marian i Witold Dederkowie, Tadeusz Cyprian, Józef Kuczyński czy Witold Romer. Zainteresowanych szczegółami wykorzystywania technik szlachetnych w Polsce odesłać należy do artykułu J.Mierzeckiej opublikowanego na łamach „Fotografii" /3/.

1. Techniki chromianowe

1.a. Metoda pigmentowa /4/

Przez metodę pigmentową rozumie się ogólnie wszystkie metody kopiowania z użyciem warstw koloidalnych z dwuchromianami, do których domieszano równocześnie barwnik lub pigment. W miejscach naświetlonych po wywołaniu barwnik zostaje zatrzymany, podczas gdy w miejscach nienaświetlonych koloid zostaje wymyty. Do metod pigmentowych zalicza się gumodruk, klejodruk i właściwy pigmentodruk. W języku potocznym używa się nazw skróconych takich jak guma, pigment, a w odniesieniu do klejodruku - metoda klejowa. W gumodruku jako koloid stosuje się gumę arabską. W klejodruku - klej, a w pigmentodruku koloidem jest żelatyna. Jako pigmenty służą barwniki nierozpuszczalne w wodzie, o odpowiedniej sile krycia i zabarwieniu. W ubiegłym stuleciu jako pigment służyła często sadza lampowa, stąd przyjęła się również nazwa dla pigmentodruku: węglodruk. W niniejszym opracowaniu nazwy metoda pigmentowa używać się będzie tylko do pigmentodruku, tzn. do metody, w której koloidem jest żelatyna.

Wykorzystując wcześniejsze odkrycia Talbota i Poitevina, J.W.Swan podał w r. 1864 sposób przenoszenia pigmentodruku na nowe podłoże, a J.R.Johnson wykorzystał to w postaci praktycznej w formie pojedynczego i podwójnego przenoszenia. Dopiero ta technika umożliwiła otrzymywanie pigmentodruków w całym bogactwie odcieni, czego normalnie nie dało się otrzymać innymi metodami. Ogólnie metodę pigmentową można opisać w sposób następujący: warstwę żelatyny z pigmentem, uczuloną dwuchromianem, naświetla się pod negatywem wskutek czego zachodzą procesy chemiczne odzwierciedlające obraz. Warstwa żelatyny jest stosunkowo gruba, a zawartość pigmentu bardzo wysoka, tak, że nie może nastąpić przekopiowanie aż do nośnika koloidu i dlatego zostają wywo-

łane półtony. Aby otrzymać półtony w całej gamie, przed wywołaniem musi nastąpić przeniesienie na nowe podłoże. Papier pigmentowy i papier do przenoszenia układa się warstwą do warstwy w zimnej wodzie i sprasowuje przez dłuższy czas. Papier do przenoszenia musi posiadać większą przyczepność do warstwy pigmentowej niż właściwy papier pigmentowy, tak, aby warstwa koloidalna mocniej się go trzymała niż podłoża pierwotnego. Gdy oba papiery oddziela się w ciepłej wodzie, to stary nośnik daje się łatwo ściągnąć, a warstwa koloidalna z obrazem przyczepia się do papieru do przenoszenia. Po rozpuszczeniu nienaświetlonej pigmentowej żelatyny otrzymuje się kopię z półtonami. Ten gotowy obraz jest odwrócony bokami. Aby uniknąć tego błędu, należy obraz przenieść ponownie; przy tym nie wywołuje się go na tzw. papierze do jednokrotnego przenoszenia, ale na papierze do wywoływania, a jako końcowy nośnik warstwy stosuje się papier do podwójnego przenoszenia. Dzięki tym niezbędnym operacjom metoda staje się gość długa, ale przy podwójnym przenoszeniu nie ma żadnych trudności, a ponadto nie zachodzi obawa utraty delikatnych półtonów pigmentowych. Przyczepność kolejnych papierów do przenoszenia musi wzrastać w kolejności operacji roboczych.

Właściwości negatywu

Aby uniknąć kłopotów z brzegiem obrazu w czasie dalszej obróbki, negatyw musi posiadać czarną ramkę. W tym celu można pokryć negatyw dobrze kryjącą czarną farbą lub okleić czarnym papierem. Ponieważ przy prostym przenoszeniu otrzymuje się obraz odwrócony bokami, należy zjawisko to uwzględnić przy otrzymywaniu negatywu. Można otrzymać odwrócony duplikat negatywu lub kopiować negatyw w styku podłożem do warstwy koloidalnej papieru pigmentowego. Jeżeli nie jest to możliwe, należy zastosować technikę podwójnego przenoszenia.

Otrzymywanie papieru pigmentowego

Jako podłoże-nośnik warstwy światłoczułej stosuje się papier o jednolitej gładkiej powierzchni. Koloid pigmentowy otrzymuje się przez zmieszanie wodnego roztworu średniotwardej żelatyny z barwnikami o dobrej odporności na działanie światła i nierozpuszczalnymi w wodzie. Przydatne do tych celów są:

- do obrazów czarnych: oczyszczony grafit, sadza lampowa, czerń kostna,
- do obrazów brązowych: palona siena włoska, brunatna ochra, sepia,
- do obrazów błękitnych: błękit pruski, błękit paryski, indygo i ultramaryna.

Można stosować mieszaninę pigmentów. Dodatek mydła, cukru i gliceryny powoduje większą elastyczność warstwy, fenol zapobiega rozkładowi

przez bakterie, a dodatek skrobii zwiększa matowość obrazu.

Skład roztworów do pigmentowania /4/

	wg P.E.Lieseganga	wg A. Otta
woda	400 ml	300-400 ml
żelatyna śr. tw.	100-130 g	100 g
mydło	12 g	-
cukier	20 g	25 g
gliceryna	-	5 ml
pigment dobrze zmielony	3-6 g	2-5 g

Ilości te są wystarczające do pokrycia 0,5-1,0 m^2 powierzchni. Papier nawilża się, nakłada na leżącą płytę lustrzaną dobrze wypoziomowaną i równomiernie polewa ciepłym roztworem. Polewany roztwór należy rozprowadzać płytką lub bagietką szklaną. Należy przed polaniem płytę z papierem doprowadzić do temperatury ok. 30°C, aby wylewany roztwór nie zastygał zbyt szybko i dał się równomiernie rozprowadzić. Po zastygnięciu papier wiesza się do wysuszenia. Taki papier pigmentowy nie jest jeszcze uczulony i może być przez dłuższy czas przechowywany. Sensybilizację /uczulenie/ przeprowadza się przez kąpiel w 1-5% roztworze dwuchromianu potasu. Stężenie kąpieli ma decydujące znaczenie dla gradacji papieru. Kąpiele chromianowe o niższym stężeniu pracują bardziej kontrastowo, natomiast dla negatywów kontrastowych stosuje się roztwory sensybilizacyjne o stężeniu 4-5%, dla negatywów normalnych 2-3%. Większy dodatek amoniaku do kąpieli uczulającej podwyższa kontrast.

Skład kąpieli uczulających /4,5/

woda	1000 ml	1000 ml
dwuchromian potasu	20 g	-
chromian potasu	-	100 g
kwas cytrynowy	7 g	-
stężony amoniak	30 ml	-
szczawian amonowy	-	5 g

Przepis II odnosi się do dłużej przechowywanych warstw pigmentowych, daje czułość o połowę niższą niż przepis I. Papiery uczulane można trzymać jedynie trzy dni. Proces uczulania odbywa się przez ułożenie papieru warstwą światłoczułą do góry w roztworze uczulającym, przytrzymaniu palcami i pociągnięciu kilkakrotnym tamponem z waty. Pomieszczenie powinno być oświetlone przytłumionym światłem żarowym. Gdy papier stanie się elastyczny przewraca się go i porusza w jedną

i drugą stronę przez kołysanie. Czas obróbki w kąpieli synsybilizującej nie powinien przekraczać 3-4 minut, gdyż może nastąpić wypłukanie części składowych warstwy pigmentowej np. cukru. Przy wyciąganiu papier należy rozprostować o krawędź kuwety, przykryć ściereczką i usunąć nadmiar roztworu przez lekkie przewałkowanie. Papier suszy się w ciemnym pomieszczeniu powieszony i obciągnięty. Suszenie przebiag szybko, gdy do uczulania zastosuje się 10% roztwór dwuchromianu amonu w mieszaninie wodno-alkoholowej.

Naświetlanie papieru pigmentowego

Parametry naświetlania papieru pigmentowego należy dobrać eksperymentalnie. Pomocny do tego celu jest modulator oświetlenia czyli po prostu tzw. klin fotograficzny. Klin fotograficzny może być zestawiony w skali logarytmicznej, to znaczy, że sąsiednie pola różnią się n-krotnie ilością przepuszczanego światła. Dawniej do tego celu używano fotometru Vogla, w którym ilość przepuszczonego światła była proporcjonalna do średnicy otworu oświetlającego dany stopień fotometru. Ponieważ obraz otrzymany na papierze pigmentowym jest niezbyt widoczny, do kontroli naświetlania używa się zwykłego papieru maszynowego o dużej zawartości kleju, uczulonego w ten sam sposób jak papier pigmentowy. Pod wpływem naświetlania na papierze tym pojawia się pewna ilość stopni o brązowym zabarwieniu. Pasek papieru naświetlany równocześnie z papierem pigmentowym służy do kontroli czasu naświetlania, przy czym ten czas należy dobrać wcześniej eksperymentalnie dla danego papieru pigmentowego i oznaczyć numer pola klina fotograficznego, który ma być zabarwiony pod wpływem naświetlania. Dobranie czasu naświetlania dla danej partii lub rodzaju papieru pigmentowego pozwala na uniezależnienie się od źródła światła, natężenia czy odległości źródła światła od maskownicy, w której prowadzi się proces kopiowania. Do naświetlania stosuje się światło wysokoakty-niczne tj. o wysokiej temperaturze barwowej, czyli o dużej zawartości ultrafioletu. Najłatwiej dostępnym źródłem takiego światła jest słońce i oświetlenie słoneczne bywało powszechnie do tego celu używane. Można używać światła powstającego w łuku węglowym, lampie ksenonowej czy rtęciowej. Papier pigmentowy naświetla się pod negatywem w maskownicy lub w specjalnym urządzeniu do kopiowania, w którym pompa próżniowa powoduje dociśnięcie papieru pigmentowego do negatywu i tafli szklanej, aby zachować jak największą ostrość konturów odwzorowywanych z negatywu na papierze pigmentowym. Równocześnie naświetla się pasek papieru kontrolnego w fotometrze i naświetlanie prowadzi się tak długo, aż zostanie osiągnięty stopień naświetlenia zgodny z doświadczeniem.

Proste przenoszenie i wywoływanie

Do prostego przenoszenia stosuje się papier z warstwą utwardzonej /zgarbowanej/ żelatyny. Jeżeli wykonuje się go we własnym zakresie, to jako podłoże można zastosować karton kreślarski powleczony warstwą kleju żywicznego. 30 g żelatyny zostawia się do napęcznienia w 50 ml wody, dodaje 5 ml gliceryny i rozpuszcza na łaźni wodnej; mieszając dodaje się roztwór 30 g szelaku lub kalafonii w 100 ml absolutnego alkoholu. Powleka się tym roztworem papier równo rozprowadzając pędzlem, następnie suszy i na taką warstwę wylewa się roztwór żelatyny w ałunie /100 ml wody, 4 g żelatyny i 1 g ałunu amonowego/. Papier do przenoszenia musi być nieco większy od papieru pigmentowego. Oba razem układa się do zimnej wody, usuwa pęcherze powietrza przez przeciąganie i po około 2 min. układa warstwę na warstwę. Po wyjęciu z kąpieli kładzie się na płytę szklaną lub kamienną i po przykryciu ściereczką lub bibułą wałkuje kilka razy dla zapewnienia kontaktu obu warstw i wyciśnięciu wody. Tak spreparowane arkusze zawiesza się na ok. 5 minut do podsuszenia i układa między bibułą. Proces wywoływania zaczyna się od przeniesienia papierów do lekko ciepłej wody o temperaturze 35-40°C; nieutwardzona /nienaświetlona/ warstwa pigmentowa zostaje zmiękczona podczas gdy warstwa z obrazem /utwardzona/ przyczepia się do papieru do przenoszenia. Zaczynając od naroża ściąga się papier pigmentowy z papieru do przenoszenia. Płukanie papieru do przenoszenia kontynuuje się tak długo, aż pojawi się wyraźny obraz na niezabarwionym tle. Wywoływanie kończy się wtedy, gdy w ciepłej wodzie nie zachodzi już uwalnianie barwnika. Obraz płucze się w zimnej wodzie, wkłada na 15 minut do 4% roztworu ałunu i moczy przez 30 minut. Po wyschnięciu obrazu pigmentowego proces jest zakończony.

Proste przenoszenie na szkło lub inne podłoże

Metoda prostego przenoszenia służyła dawniej do wytwarzania diapozytywów. Płyty szklane, które muszą być bardzo czyste, pokrywa się roztworem żelatyny z ałunem chromowym /1000 ml wody, 30 g żelatyny i 1 g ałunu chromowego rozpuszczonego w 100 ml wody/. Na płytę zanurzoną w wodzie układa się zmiękczony papier pigmentowy, po wyjęciu z wody płytę i papier ściska się razem i suszy 8-10 minut między bibułą. Dalsza obróbka zachodzi tak jak w prostym procesie przenoszenia na papier. Według tej metody także można przenosić warstwy pigmentowe inne podłoża np. na porcelanę czy płyty miedziane, jak to się stosuje w heliografii.

Podwójne przenoszenie na papier

Obraz przenosi się na tzw. papier do wywoływania, wywołuje na tym prowizorycznym podłożu tak jak przy prostym przenoszeniu, poddaje zgarbowaniu i płucze. Jeszcze wilgotny papier do wywoływania z naniesionym obrazem zanurza się do zimnej wody w kontakcie z papierem do wysuszenia. Suchy obraz daje się lekko zdjąć z papieru do wywoływania i przyczepia się mocno papieru do podwójnego przenoszenia. Papierami do wywoływania są najczęściej papiery żywiczno-żelatynowe. Aby samemu sporządzić taki papier, należy powlec papier 5-10% roztworem żelatyny i po wysuszeniu zalać powłokę szelakową /500 ml wody, 50 g białego szelaku, 12 g boraksu i 3 g węglanu sodu/. Przed użyciem tego rodzaju papiery pokrywa się roztworem żywicy /100 ml olejku terpentynowego, 2 g kalafonii i 2 g żółtego wosku/. Papier do wywoływania może być wielokrotnie używany, lecz przed każdym użyciem musi być pociągnięty roztworem żywicy. Aby samemu przyrządzić papier do podwójnego przenoszenia, powleka się biały papier na ciepło następującą mieszanką:

Część A

biel barytowa w postaci ciasta	19,0 g
gliceryna	16,0 ml
ultramaryna	0,2 g
lak karminowy	0,1 - 1,5 g

Wszystkie składniki należy dokładnie wymieszać.

Część B

woda	500 ml
żelatyna	50 g

Część A dodaje się powoli z mieszaniem do roztworu B. Na koniec dodaje się jeszcze 8 g ałunu chromowego rozpuszczonego w ciepłej wodzie.

1.b. Gumodruk /4,5,6,7/

Gumodruk jest metodą pigmentową bez przenoszenia, a jako koloid służy guma arabska. Mieszaninę gumy arabskiej, dwuchromianu, barwnika /pigmentu/ i wody nanosi się cienką warstwę na papier i po wysuszeniu naświetla pod negatywem. Części nie usieciowane /utwardzone/ pod wpływem światła mogą być wymyte przez wywołanie w ciepłej wodzie. Otrzymuje się w ten sposób obraz, który jest kopią o odwróconych bokach. Proces pigmentowy z gumą arabską i dwuchromianem opisał najpierw A.L. Poitevin w 1855 roku. Anglik John Pouncy opracował metodę kopiowania

przy użyciu gumy arabskiej i opublikował w 1858 roku pierwsze obrazy otrzymane metodą gumodruku, jest więc uważany za odkrywcę metody. Robert Demachy /Paryż 1895 rok/ stosuje gumodruk jako środek artystycznego wyrazu w fotografii wzbogacając w ten sposób fotogramy w całą gamę walorów nieosiągalnych na ówczesnych papierach do kopiowania. Gumodruk znalazł natychmiast zastosowanie w twórczości takich autorów jak Henneberg i Watzek w Wiedniu, Kühn w Innsbrucku czy Hofmeister w Hamburgu.

1.b.I. Prosty gumodruk

Do gumodruku nadają się szczególnie mniej lub bardziej szorstkie papiery - gładkie trudniej się obrabia. Na szorstkich powierzchniach papieru cząsteczki barwnika przyczepiają się lepiej zostając we wgłębieniach i pozwalają na lepsze uzyskanie półtonów.

Klejenie papieru

Dla uniknięcia zbytniego wsiąkania barwnika za warstwy obrazu i otrzymania miejsc o czystej bieli większość papierów musi być klejona. Osiąga się to przez zanurzenie papieru do 2-5% roztworu żelatyny. Roztwór żelatyny może zawierać dodatek ałunu lub formaliny. Podczas zanurzenia pokryte klejem zostają obie strony papieru, co zapobiega jego zwijaniu się. H.Kühn /8/ zaleca wielokrotne pokrywanie gorącym roztworem żelatyny przy pomocy szerokiego pędzla. Do pierwszego klejenia stosuje się w tym przypadku 5% roztwór żelatyny z dodatkiem 5 ml roztworu ałunu chromowego /5%/ na 100 ml roztworu; do drugiego klejenia 2% roztworu żelatyny bez środka garbującego.

Gumowanie i uczulanie papieru

Roztwór gumy składa się z 40 g gumy arabskiej białej w 100 ml wody. Jako roztworu uczulającego używa się 10% roztworu dwuchromianu potasu lub amonu.

Gumę arabską rozpuszcza się na ciepło a roztwór sączy się z dodatkiem niewielkiej ilości fenolu dla zapobiegania pleśnieniu. Do gumowania i uczulania miesza się: roztwór gumy 20-40 części, pigmentu 1 część i roztwór dwuchromianu 20-40 części. Jako pigmentu można użyć tempery lub akwarel. Zalecane są również te same pigmenty jak w pigmentodruku /patrz p.1.a. Otrzymywanie papieru pigmentowego/. Najpierw miesza się pigmenty z roztworem żelatyny a dopiero potem dodaje roztwór dwuchromianu. Ilość pigmentu powinna być tak dobrana, aby po pociągnięciu pędzlem widoczne było dostateczne krycie, ale biel papieru nie była całkowicie zakryta. Po pierwszym pociągnięciu powinna być

widoczna kreska narysowana ołówkiem na papierze. Do powlekania papier układa się na bibule, na płaskim podłożu, mocuje na końcach i smaruje za pomocą pędzla mieszaniną gumy, pigmentu i roztworu dwuchromianu. Proces ten należy prowadzić przy silnie stłumionym świetle żarowym. Nanoszenie musi odbywać się szybko, a papier na końcu musi być ciepły i wysuszony nadmuchem ciepłego powietrza. Otrzymany tak papier można przechowywać przez dwa dni. Prosta próba na właściwe gumowanie i pigmentowanie polega na tym, że nienaświetlony kawałek papieru zanurza się do wody i po 30 minutach warstwa koloidu z pigmentem musi całkowicie się rozpuścić. Jeżeli pigment pozostaje w warstwie, to trzeba podwyższyć zawartość gumy, gdy rozpuszczanie idzie za szybko wtedy należy zawartość gumy zmniejszyć.

Naświetlanie

Do kopiowania układa się spreparowany papier stykowo z negatywem w maskownicy lub urządzeniu do kopiowania przy czym należy wyraźnie zaznaczyć pasowanie gdyż proces z reguły powtarza się kilkakrotnie. Negatyw musi być czysty, o normalnej kontrastowości i średnim kryciu. Do naświetlania używa się takich samych źródeł światła jak w pigmentodruku. Przy cienkiej powłoce koloidu naświetlanie może być zakończone na słońcu już po 20-30 sekundach, w cieniu może trwać kilkakrotnie dłużej. Naświetlanie jest zakończone wówczas, gdy w najgłębszych cieniach widoczne jest zabarwienie pochodzące z przemian chemicznych zachodzących w czasie naświetlania; czas naświetlania najlepiej jest jednak kontrolować naświetlając pod klinem uczulony pasek papieru maszynowego tak jak w metodzie pigmentodruku. Przy niedoświetlaniu traci się półtony, przy prześwietleniu światła są pokryte farbą.

Wywoływanie

W celu wywołania zanurza się naświetloną kopię do zimnej wody i proces wywoływania trwa ok. 30 minut. Proces wywoływania można przyśpieszyć układając kopię na sztywnej podkładce ustawionej ukośnie i polewając wodą. W ten sposób poszczególne partie obrazu można poddać indywidualnej obróbce przy pomocy miękkiego pędzla lub tamponu z waty. Pierwsza kopia w przypadku gumodruku daje gotowy obraz w bardzo rzadkich przypadkach. Proces kopiowania należy powtarzać dwu- lub trzykrotnie, a nawet więcej razy. Do łączenia większej ilości kopii w tzw. kombinowany gumodruk /9/ kopię po wywołaniu i wysuszeniu ponownie pokrywa się roztworem gumy z dwuchromianem i powtarza proces kopiowania negatywu. Regułą jest, że pierwsze kopiowanie daje cienie, drugie półtony a trzecie światła. Odpowiednio do tej reguły należy dozować po-

loid i czas naświetlania. F.Behrens zaleca dla różnych etapów druku poniższe roztwory /10/.

	Cienie	Półtony	Światła
Roztwór gumy /40-50%/	3 ml	3 ml	2 ml
Sadza lampowa	0,15 g	0,10 g	0,05 g
Roztwór dwuchromianu potasu /10%/	4 ml	4 ml	5 ml
Czas kopiowania /wg fotometru Vogla/	11°	15°	18°

Gotowy, skopiowany obraz może być na końcu rozjaśniony roztworem 20 g ałunu potasowego i 10 ml stężonego kwasu solnego w 1 l wody. Po rozjaśnieniu kopię się moczy i wiesza do wysuszenia. Druk zbyt matowy powleka się dla nadania połysku warstwą roztworu gumy.

1.b.II. Gumodruk wielobarwny /9,10,11/

Metoda gumodruku wielobarwnego może służyć do otrzymywania obrazów barwnych w barwach naturalnych. Do metody tej służy potrójny negatyw otrzymany przez fotografowanie obiektu przez filtry żółty, czerwony i niebieski. Najpierw kopiuje i utrwala się obraz żółty, potem wykonuje druk obrazu czerwonego i na końcu niebieskiego. Szczególnie praktyczną metodę gumodruku trójbarwnego opracował F.Leiber /11/. Negatyw naświetlony przez filtr niebieski kopiuje się stykowo na papierze chlorobromosrebrowym, wywołuje i utrwala. Po wypłukaniu odbiela się obraz w odbielaczu złożonym z żelazicyjanku potasu i azotanu ołowiu, płucze i suszy. Kopię powleka się teraz warstwą roztworu żelazicytrynianu amonowego i zaświetla czerwonym światłem. Uprzednia obróbka w roztworze żelazicyjanku potasu spowodowała utworzenie się teraz obrazu niebieskiego. Po krótkim płukaniu kopię przenosi się do roztworu dwuchromianu potasu gdzie powstaje obraz żółty. Na tym żółtoniebieskim obrazie wykonuje się kopiowanie metodą gumodruku: najpierw kopiuje się światła obrazu /wyciągu/ czerwonego, potem półtony i na końcu cienie wyciągu czerwonego używając jako pigmentu kraplaku. Ostatnim kopiowaniem jest wyraźny druk obrazu niebieskiego przy użyciu błękitu berlińskiego.

1.c. Klejodruk

Gdy naświetli się grubowarstwowy koloid z dwuchromianem poprzez podłoże, to może być on wywoływany bez przenoszenia na inne podłoże, gdyż sieciowanie warstwy koloidu proporcjonalne do ilości światła następuje od strony podłoża w głąb warstwy powodując jednocześnie zwiększoną przyczepność usieciowanego koloidu do podłoża. H.Kühn opracował szczegółowo metodę druku klejowego, którą z powodzeniem wykorzystał w

swoich pracach fotograficznych /8/. Jako koloidu używa się kleju, który trzyma się lepiej podłoża niż guma arabska i daje się łatwiej wywoływać niż żelatyna.

Klej stolarski zalewa się dużą ilością wody, po 24-godzinnym staniu zlewa się nadmiar wody i rozpuszcza napęczniały klej przez ogrzewanie na łaźni wodnej. Do takiego roztworu dodaje się nasycony na zimno roztwór dwuchromianu amonu w stosunku 3:1 i dodaje się pigment. Taką mieszaninę nanosi się na papier szerokim pędzlem. Warstwa nie może być zbyt gruba, aby wysychając nie ujawniała nierówności nałożenia. Po wysuszeniu papierowi nadaje się przejrzystość przez nasycenie go olejem parafinowym lub wazeliną i tak spreparowany papier klejowy naświetla się stykowo z negatywem od strony podłoża. Po naświetleniu obraz jest zupełnie niewidoczny ani od strony papieru, ani od strony kleju. Wywołuje się w ciepłej wodzie, do której dodaje się później nieco oleju. W celu dobrego usunięcia soli chromu wodę należy często zmieniać. Jeżeli obraz zbyt szybko uwidacznia się po stronie warstwy koloidu, to ma miejsce niedoświetlenie. Należy wtedy oziębić wodę płuczącą. Po zakończonym wywoływaniu obraz musi być dość jasny, ponieważ ciemnieje przy suszeniu. Na końcu obraz poddaje się krótkiej obróbce w kąpieli garbującej zawierającej ałun i płucze. Pozostałości oleju można zostawić lub usunąć benzyną.

Obrazy uzyskane metodą klejową nie są nigdy zupełnie ostre, gdyż kopiowane są poprzez warstwę podłoża papierowego; metoda ta nadaje się tylko do dużych formatów.

1.d. Oleodruk /6,7,12/

Gdy naświetli się pod negatywem warstwę żelatyny zawierającą chromiany i zanurzy do zimnej wody, to miejsca naświetlone są zdolne do przyjmowania tłustych farb podczas gdy nienaświetlone pęcznieją w wodzie i nie wykazują takich właściwości stając się hydrofilne. Pierwszy wykrył to zjawisko A.L.Po-itevin /1855/, a E.Mariot opracował na tej podstawie metodę kopiowania, którą nazwał „oleografią". Technika tak otrzymywanych obrazów została udoskonalona przez G.E.H.Rawlinsa /1904 rok/ i z powodzeniem zastosowana w fotogramach tego autora. Metodę tę nazywa się oleodrukiem, procesem olejokopiowania lub przetłokiem olejowym. Udoskonalona metoda oleodruku i przystosowana do otrzymywania większej ilości kopii znana jest pod nazwą - światłodruku. Reprodukcje otrzymywane tą metodą, zwłaszcza wielobarwne, odznaczały się doskonałą jakością barw i oddaniem półtonów - dlatego też pewne szczegóły metody światłodruku zasługują na osobne omówienie /patrz 1.d.II/.

W praktyce wykorzystywano również hydrofilne właściwości napęczniа-

łych, nienaświetlonych miejsc do nasycenia wodnymi roztworami barwników, które w zetknięciu z niezgarbowanymi warstwami żelatynowymi przesiąkały do tych warstw tworząc obrazy barwnikowe. Dało to podstawę do opracowania metod tzw. „przesiąkowych" /1.e./.

1.d.I. Przetłok olejowy

Otrzymywanie papieru oleodrukowego

Mocny, odporny papier zanurza się na kilka minut do 6% roztworu żelatyny i suszy rozwieszając. Uczulenia prowadzi się przez zanurzenie lub powlekanie roztworem dwuchromianu. Negatywy bardziej kontrastowe, „twarde" wymagają roztworów bardziej stężonych. Najczęściej stosuje się 6-8% roztwór dwuchromianu amonu, który przed użyciem rozcieńcza się alkoholem. F.Fuhmann zaleca poniższe roztwory do sensybilizacji /12/:

Negatyw	R-r dwuchromianu amonu 12%	Woda	Alkohol 96%
Mało kontrastowy, miękki	4,0 ml	12,5 ml	33,5 ml
Normalny /portrety/	8,0 ml	8,5 ml	33,5 ml
Bardziej kontrastowy	12,5 ml	4,0 ml	33,5 ml
Bardzo kontrastowy o dużych gęstościach	16,5 ml	-	33,5 ml

Przygotowane roztwory do użytkowania są nietrwałe. Papier po sensybilizacji suszy się w ciemności i może być przechowywany złożony warstwami do siebie przez okres ok. tygodnia.

Kopiowanie i wywoływanie

Papier do oleodruku kopiuje się stykowo z negatywem aż pojawi się jasnobrunatny obraz na żółtym tle, ze wszystkimi detalami. Błędy naświetlania można skorygować przez dobarwienie. Kopię płucze się następnie w zimnej wodzie przez 1 godzinę aż zniknie żółte zabarwienie. Jednoczesne pęcznienie wytwarza z warstwy żelatynowej relief. Po całkowitym wywołaniu wkłada się kopię do wody o temp. 25-28°C przez co zwiększa się stopień spęcznienia warstwy żelatynowej. Nie można przekraczać tej temperatury, gdyż żelatyna może ulec rozpuszczeniu. Po około 10 minutach kopię układa się na wilgotnym podłożu warstwą żelatynową do góry /np. na płycie kauczukowej/, nadmiar wody usuwa się przez odciśnięcie bibułą i ujawnia obraz nałożeniem tłustych farb. W tym celu można stosować farby litograficzne lub aquafortowe, które rozciera się z mocnym pokostem graficznym i z olejem lnianym. Gęste farby pracują twardo dając wyraźne obrazy, miękkie, niemal rzadkie farby dają

obrazy miękkie, słabo kontrastowe. Farby nanosi się na relief żelatynowy za pomocą pędzla, nabiera się je z palety lekkim dotykiem i w ten sam sposób kładzie na warstwę żelatyny. Zazwyczaj nanosi się najpierw farby gęste i stopniowo przechodzi do miękkich. Jeżeli w tym czasie warstwa żelatyny zbyt wyschnie, to należy ponownie ją zwilżyć. Gotowy oleodruk schnie wolno. Poprawek można dokonać dopiero po przeschnięciu.

Wilgotny jeszcze oleodruk może służyć jako matryca do przeniesienia obrazu na nowe podłoże. Powstały w ten sposób obraz nazywa się przedrukiem lub przetłokiem olejowym. W tym celu oleodruk przykłada się do suchego lub nawilżonego papieru i odciska pod prasą stosując dość duży nacisk. Uzyskuje się trwały obraz odwrócony bokami. Relief żelatynowy może być po napęcznieniu zabarwiony i ponownie użyty do druku.

1.d.II. Światłodruk /13/

Technika ta powstała w czasach kiedy używano negatywów na podłożu szklanym. Warstwę emulsyjną należało odpowiednio spreparować, aby nie uległa zniszczeniu w czasie kopiowania i pozbyć się niewygodnego w kopiowaniu podłoża szklanego. W tym celu należało zgarbować suchą płytę negatywu formaliną lub oblać cienką warstwą 2% kolodium. Następnie ułożoną poziomo płytę negatywu należało polać 2-3 mm warstwą roztworu zawierającego:

450 ml wody
15-20 ml gliceryny
5 ml kwasu octowego
100 g żelatyny

Oczywiście proces oblewania negatywu należało prowadzić w ok. 40°C. Po zakrzepnięciu warstwy i wyschnięciu wycinało się negatyw i zdejmowało z płyty szklanej. Obecnie nie można zdejmować mocno zgarbowanych warstw emulsji z podłoża. Wygodniej jest przygotować matrycę na płycie szklanej.

Przygotowanie matrycowej płyty szklanej

W metodzie przetłoku olejowego podłożem pod warstwą żelatynową był mocny papier. W światłodruku jako podłoża używa się spreparowanych, grubych /co najmniej 8 mm/, lustrzanych płyt szklanych. Preparacja służy jako podkład pod właściwą warstwę żelatynową, gdyż ta ostatnia nie mogłaby się utrzymać bezpośrednio na szkle. Preparację można przeprowadzić szkłem wodnym, żelatyną lub mieszaniną obu tych składników. W celu preparacji szkłem wodnym powlekamy starannie oczyszczoną i odtłuszczoną płytą szklaną odstanym i przefiltrowanym roztworem szkła

wodnego i piwa w stosunku 10:1. Po wyschnięciu tak spreparowaną płytę należy jeszcze raz zamoczyć i wypłukać pod bieżącą wodą. Wyschnięta ponownie płyta nadaje się do oblewu właściwą warstwą światłoczułej żelatyny. Płyty tak spreparowane mogą służyć do kilkakrotnego użycia. Usuwanie drukujących warstw żelatynowych odbywa się przez zanurzenie na 12 godzin do ciepłego roztworu kwasu siarkowego /17-20%/. Roztwór szkła wodnego i piwa nadaje się do użytku tylko przez kilka godzin. Płyty szklane spreparować można przez nałożenie cienkiej warstwy żelatyny w roztworze ze szkłem wodnym o następującym składzie:

4 g żelatyny w 100 ml wody
10-15 ml 10% roztworu ałunu chromowego
10 ml szkła wodnego

Preparacja warstwy światłoczułej

Należy używać żelatyny o średniej twardości; daje ona płyty bogate w tony i wytrzymałe w druku. Wypoziomowaną, spreparowaną płytę szklaną, ogrzaną do temperatury ok. 32-35°C oblewa się podanym niżej roztworem żelatyny w ilości 1 g roztworu na 28 cm^2 płyty:

30 g żelatyny średniej twardości
0,5-2,5 ml roztworu ałunu chromowego /1:7/
210 ml wody
90 ml roztworu dwuchromianu potasu /1:15/

Po rozpuszczeniu na ciepło żelatyny i dodaniu ałunu mieszając należy dodać roztwór dwuchromianu i ciepłą jeszcze mieszaninę starannie przefiltrować. Proces należy prowadzić w przyćmionym świetle żarowym.

Naświetlanie i wywoływanie

Płytę po wysuszeniu kopiuje się stykowo z przygotowanym negatywem w specjalnym urządzeniu do kopiowania, które zapewnia dobry docisk negatywu do płyty przy pomocy drugiej płyty szklanej. Czas kopiowania dobiera się eksperymentalnie tak jak w uprzednio opisanych metodach. Po naświetleniu płytę zanurza się do wody, aby w miejscach nienaświetlonych usunąć żółte zabarwienie spowodowane obecnością soli chromowych. Następnie wypłukaną płytę z odciśniętym nadmiarem wody umieszcza się w wypoziomowanym naczyniu i zalewa na okres 30 minut warstwą cieczy grubości 1,5 cm o następującym składzie:

700 ml gęstej gliceryny
350 ml wody
50 ml amoniaku
12 ml roztworu tiosiarczanu sodu /20%/

Po takim nawilżeniu usuwa się nadmiar cieczy gąbką, osusza kawałkiem bibuły, a resztę cieczy zwilżającej usuwa odciskając czystym papierem w ręcznej prasie litograficznej, w której drukować się będzie odbitki. Gęstą farbę w cieniach i półtonach nanosi się wałkiem skórzanym, w światłach wałkiem żelatynowym. Przy większym nakładzie należy płytę zregenerować zmywając farbę szmatą umoczoną w terpentynie i ponownym nawilżeniu przez 2-10 min. Metodą światłodruku można otrzymać również reprodukcję wielobarwne.

1.e. Metody przesiąkowe

Metody oleodruku wykorzystują oleofilność usieciowanych naświetleniem miejsc warstwy żelatynowej. Miejsca nie-naświetlone pozostają hydrofilne, czyli skłonne do wchłaniania wodnych roztworów odwrotnie proporcjonalnie do naświetlenia. Metody wykorzystujące to zjawisko nazywają się metodami nasiąkowymi, a jeżeli proces powtórzy się na następnej warstwie żelatynowej, to przesiąkanie barwnika nadaje metodom tym nazwę metod przesiąkowych.

1.e.I. Hydrotypia /6,14,15,16/

E.Edwards pierwszy wykorzystał opisane powyżej zjawisko w roku 1876 /14,15/. Niezależnie od niego Ch.Cros wynalazł tę samą metodę w roku 1881 i nazwał ją hydrotypią /16/. Pokrywał on płytę szklaną warstwą żelatyny uczulonej dwuchromianem, naświetlał pod diapozytywem, nawilżał i barwił odpowiednim roztworem wodnym barwnika, który wsiąkał jedynie w miejscach nieutwardzonych /nienaświetlonych/ otrzymując w ten sposób barwny diapozytyw. Metoda hydrotypii została opracowana do celów praktycznych i opisywana jest pod różnymi nazwami jak np. tegeotypia czy fotopoligrafia 4 s.139.

1.e.II. Pinatypia /7,17/

Pinatypia opiera się na tej samej zasadzie, co hydrotypia. Została wynaleziona w 1903 r. przez L.Didiera i rozpracowana w laboratorium firmy Farbwerken Höchst AG, która również do niedawna dostarczała na rynek odpowiednie materiały.

Płyta pokryta warstwą żelatyny uczulonej dwuchromianami zostaje naświetlona pod diapozytywem. Gdy płyta zostaje poddana działaniu roztworów barwników, to warstwa żelatynowa zabarwia się odwrotnie proporcjonalnie do usieciowania warstwy spowodowanego naświetleniem; partie w cieniach obrazu, nienaświetlone, będą silnie zabarwione, półtony słabiej a światła w ogóle nie przyjmą barwnika. Jeżeli taką warstwę zetknie się z papierem powleczonym żelatyną, do barwnik przesiąka do niej. W ten sposób z diapozytywu otrzymuje się pozytyw odwrócony bocz-

nie w stosunku do diapozytywu. Płyte można barwić powtórnie i wielokrotnie wykorzystać otrzymując jednakowe odbitki przy jednakowym czasie barwienia i drukowania.

Preparowanie płyt drukujących

Na oczyszczone i ułożone poziomo płyty szklane wylewa się roztwór uczulający:

woda	300 ml
twarda żelatyna	13 g
dwuchromian potasu	2 g
kwas cytrynowy	0,25 g
amoniak	aż do wystąpienia jasnożółtego zabarwienia roztworu
alkohol etylowy 96%	30 ml

Na płytę o powierzchni 9-12 cm potrzeba około 5 ml roztworu żelatyny. Proces należy prowadzić w przytłumionym świetle żarowym. Po zestaleniu się żelatyny, płytę suszy się na ciepło w ciemności. Uczuloną płytę można przechowywać w chłodnym i ciemnym miejscu przez około 2 tygodnie. Handlowe płyty drukarskie moczy się dla uczulenia 3-4 minuty w 2% roztworze dwuchromianu potasu, w temperaturze nie wyższej niż 20°C i suszy w ciemności. Po kopiowaniu pod pozytywem płyty płucze się aż do zniknięcia żółtego zabarwienia żelatyny. Płukanie można przyśpieszyć zanurzając płytę na 15 minut do 2% roztworu metabisulfitu potasowego i jeszcze raz starannie susząc. Po takiej obróbce płyta wykazuje słaby relief i należy zanurzyć ją do kąpieli barwiącej. Wodne kąpiele barwników o stężeniu 1,5-2% powinny być przygotowywane na ciepło, ale stosowane na zimno. Po zabarwieniu płyta gotowa jest do druku.

Pinatypodruki można wykonywać jednobarwnie lub jako druki kombinowane na papierze lub szkle. Dla każdej barwy należy przygotowywać oddzielną płytę. W przypadku druków wielobarwnych kolejność drukowania nie ma wpływu na wynik, chociaż z reguły drukuje się w następującej kolejności: niebiesko-zielony, żółty, purpurowy lub purpurowy, niebiesko-zielony, żółty. Płyty drukarskie do pinatypii można zabezpieczyć po drukowaniu, przechowywać i znów użyć do drukowania. Wskutek wielokrotnego barwienia barwnik wnika coraz głębiej do warstwy zmieniając wygląd, ale nie wpływa to na zdolność do drukowania. Obrazy otrzymane techniką pinatypii są trwałe, a ich trwałość można podwyższyć przez garbowanie w roztworze ałunu lub w formalinie.

Uproszczoną metodą pinatypii zaproponował L.Didier /17/. Zwykły diapozytyw zanurza się do kąpieli z dwuchromianem potasu i naświetla od

strony szkła. Srebro zawarte w warstwie utrudnia działanie światła i warstwa pozostaje chłonna dla barwnika proporcjonalnie do ilości zawartego w warstwie srebra. Długość czasu naświetlania dobiera się tak jak dla papieru uczulonego dwuchromianem do uzyskania wyraźnego zabarwienia soli chromowych. Po naświetleniu płytę płucze się intensywnie i barwi barwnikami do pinatypii. Drukuje się w sposób podany wyżej. Odmianą tej metody jest przesiąkowa metoda otrzymywania obrazów barwnych opisana w metodach mieszanych chromianowo-srebrowych /patrz p.2/.

1.f. Metody z napylaniem farby

Koloidalne warstwy chromianowe przy nasiąkaniu wodą wykazują w miejscach nienaświetlonych /nieusieciowanych/ pewną lepkość. Jeśli naniesie się suche pyliste barwniki na wywołaną warstwę, to powstaną trwałe zabarwienia odwrotnie proporcjonalne do naświetlenia warstwy. Na zasadzie tej opierają się takie metody jak antrakotypia wynaleziona w 1879 r. przez A.Sobacchi'ego, opisana przez Pizzighelli'ego i stosowana początkowo do otrzymywania światłokopii rysunków kreślarskich, a później do otrzymywania obrazów na ceramice /18,19,20/, czy metoda Buri /19/, w której używa się do napylania farb zawierających żywice i woski pochodzenia roślinnego. Podobnymi metodami jest druk Sury'ego /21/, stosujący dodatki grafitu lub pumeksu w warstwie żelatyny ułatwiające sproszkowanej farby, metoda druku żywicowego zwana rezynotypią lub rezynopigmentotypia /22/, metoda rozpyłowa Obernettera stosująca koloid dekstrynowy /23/, czy też metody otrzymywania obrazów na porcelanie, szkle i innych nietypowych materiałach /4,20/. Szczegółowy opis tych metod znacznie wybiegałby poza ramy tego opracowania, dlatego też, został pominięty.

2. Techniki mieszane srebrowo-chromianowe

2.a. Bromooleodruk /6,7,24/

Metody mieszane srebrowo-chromianowe polegają na przekształceniu zwykłego obrazu srebrowego zawartego w warstwie negatywu lub pozytywu drogą przemian chemicznych w relief żelatynowy, który drogą zabiegów podobnych jak w technikach chromianowych służy do drukowania. Obraz srebrowy odbiela się za pomocą dwuchromianów, przy czym żelatyna ulega zgarbowaniu proporcjonalnie do ilości zawartego srebra metalicznego podobnie jak żelatyna w warstwie uczulonej dwuchromianami pod działaniem światła. Obraz taki może być zabarwiony tłustą farbą tak samo jak w metodzie oleodruku. Podstawy metody opracował E.J.Wall /1907/, a rozwinął C.W.Piper i nadał nazwę bromooleodruku. W Polsce, w wielu

starszych podręcznikach opisywana jest pod nazwami: bromolej, przetłok bromolejowy czy technika bromowa.

Schemat otrzymywania bromooleodruków można przedstawić w szeregu następujących operacji:

Otrzymywanie obrazu srebrowego
Odbielanie obrazu
Barwienie wytrawionych części warstwy żelatynowej
Drukowanie

Otrzymywanie obrazu srebrowego

Papier bromosrebrowy do celów oleodruku musi spełniać szczególne wymagania. Warstwa emulsyjna powinna być dość dobrze zgarbowana. Papiery niezgarbowane chłoną przy obróbce zbyt wiele wody, trudno przyjmują farbę dając (obrazy) twarde i bez szczegółów. Zbyt zgarbowane warstwy nie przyjmują w ogóle wody, dając zabrudzone obrazy bez bieli. Najlepsze są papiery gładkie, kartonowe, gdyż cienkie zbyt łatwo łamią się dając fałdy. Zabarwienie papieru najlepsze jest białe lub lekko kremowe. Specjalne papiery do bromooleodruku były dawniej produkowane przez liczne firmy i łatwe do otrzymania w handlu. Odpowiedni papier bromosrebrowy powinien silnie pęcznieć w wodzie w 30°C i stawać się śliskim. Papier naświetla się pod negatywem w zwykły sposób. Do wywoływania nadają się wszystkie niegarbujące i słabo-alkaliczne wywoływacze; szczególnie zaleca się wywoływacz amidolowy lub metolohydrochinowy. Skład wywoływacza amidolowego jest następujący:

woda	100 ml
siarczyn sodu	10 g
amidol	2 g

Wywoływacz ten można przechowywać przez 2-3 dni, a do użycia rozcieńcza się go czterokrotną ilością wody. Wywoływanie obrazu ma istotne znaczenie dla wyniku końcowego. Obrazy muszą posiadać jasne światła i rozróżnialne cienie - muszą być miękkie, o płaskiej gradacji. Po wywołaniu stosuje się krótkie płukanie międzyoperacyjne i utrwala w 10% roztworze tiosiarczanu sodu bez dodatków zakwaszających. Niektóre odmiany metody pomijają proces utrwalania lecz należy obróbkę prowadzić wtedy w świetle nieaktywnym i stosować dłuższe płukanie po wywoływaniu. Utrwalony obraz srebrowy płucze się obficie - można go zaraz przenieść do kąpieli odbielającej, ale uprzednie wysuszenie podwyższa odporność warstwy żelatynowej.

Odbielanie i trawienie obrazu srebrowego

Wysuszony obraz przed odbielaniem należy dobrze namoczyć w wodzie.

Składy różnych roztworów odbielających podaje tabela 1.

Tabela 1. Skład roztworów odbielających stosowanych w bromooleodruku

składniki	1	2	3	4
woda	do objętości 1 l			
dwuchromian potasu	2,0 g	-	1,0 g	19,0 g
bezw.kwasu chromowego	-	2,0 g	-	-
żelazicyjanek potasu	-	-	-	19,0 g
siarczan miedziowy	40,0 g	30,0 g	-	-
bromek miedziowy	-	-	50,0 g	-
bromek potasu	40,0 g	18 ,0g	-	28,0 g
ałun potasowo-glinowy	-	-	-	25,0 g
kwas solny /10%/	-	-	-	5,0 ml

Tworzący się w miejscu występowania srebra dwuchromian /$Cr_2O_3 \cdot CrO_3$/ działa garbująco na żelatynę. Garbujące działanie ma również powstający w procesie odbielania tlenek chromu /Cr_2O_3/. Odbielanie trwa ok. 4 minut; powstaje wówczas żółtobrunatny obraz, który następnie należy wypłukać /ok. 1 minuty/ i zanurzyć do rozcieńczonego kwasu siarkowego /2-3%/. Następnie płucze 5 minut w bieżącej wodzie, moczy jeszcze przez 10 minut i utrwala w 10% roztworze tiosiarczanu sodu.

Barwienie

Nanoszenie tłustej farby na zgarbowane części obrazu i końcowa faza obróbki odbywa się tak samo jak przy oleodruku /1.d/. Jeżeli przed naniesieniem farby kopia została wysuszona, co jest zalecane, to przed przystąpieniem do nanoszenia należy zamoczyć ją na 15 minut w wodzie. Format bromooleodruku zależy od wykonanego powiększenia na papierze bromosrebrowym. Gotowy obraz można przemyć rozpuszczalnikiem organicznym /benzyna, czterochlorek węgla/, aby otrzymać matowy obraz bez tłustego połysku.

Przedruk bromoolejowy

Gotowe, ale nie odtłuszczone bromooleodruki można przedrukować na inny papier o dowolnych własnościach stosując prasę o dość dużym nacisku. Do kopiowania bromooleodruków nadają się nieklejone lub słabo klejone papiery o ssących właściwościach, a więc bezdrzewne, aquafortowe, „japońskie" i niektóre rysunkowe. Przedruki można wykonywać w prasie miedziorytniczej, światłodrukowej, a w ostateczności za pomocą wyżymaczki do bielizny. Fotogram bromoolejowy używany do przedruku wytrzymuje kilkanaście takich operacji, gdyż po każdej można go zmiek-

czyć w wodzie i od nowa zabarwić.

Przedruk jednokrotny traci zwykle wiele szczegółów w najjaśniejszych partiach świateł lub w najgłębszych cieniach. Przedruk o szerokiej gamie półtonów osiągnąć można przez nałożenie na siebie dwóch kopii jednej odda—jącej dobrze światła i jasne półtony, i drugiej obliczonej na dobry przedruk cieni. Pierwszy przedruk dla oddania półtonów i świateł sporządza się z bromooleodruku o słabym obrazie plastycznym zabarwionym rzadką farbą. Przed powtórnym zabarwieniem /dla przedruku cieni/ wytwarza się możliwie wysoki relief przez zanurzenie do ciepłej wody /30-35°C/ i zabarwia się go możliwie gęstą farbą. Operacje takie mają jednak tę wadę, że powodują nieodwracalne zmiany w bromooleodruku i pozwalają na otrzymanie tylko jednej odbitki.

2.b. Ozobromodruk /6,25/

W przypadku ozobromodruku obraz srebrowy przekształca się w obraz pigmentowy drogą reakcji chemicznych w czasie stykowego oddziaływania z warstwą pigmentowodwuchromianową. Metoda ozobromowa została wynaleziona przez Thomasa Manly w r. 1905 /25/, znana w Polsce pod nazwą ozobromu lub metody ozobromowej.

Pierwszym etapem jest otrzymanie obrazu srebrowego, tak jak w bromooleodruku. Obraz ten zmiękcza się w wodzie, styka z papierem pigmentowym i zanurza się do kąpieli pigmentującej złożonej z żelazicyjanku potasu, bromku potasu i dwuchromianu potasu. W trwającej około 15 minut reakcji chemicznej obraz srebrowy zostaje odbielony przez żelazicyjanek potasu i powstaje bromek srebra i żelazocyjanek potasu. Ten ostatni powoduje rozkład dwuchromianu potasu z utworzeniem tlenku chromu działającego garbująco na żelatynę. Gdy sprasowane papiery zanurzy się do ciepłej wody, to na wyjściowym obrazie srebrowym wywołuje się pozytyw pigmentowy. Aby otrzymać więcej kopii pigmentowych z jednej kopii srebrowej, papier pigmentowy ściąga się z obrazu srebrowego po 15 minutach oddziaływania, układa na innej podkładce i prowadzi wywoływanie do końca.

Do ozobromodruku nadają się pozytywy o matowych powierzchniach dobrze wywołane, utrwalone i wysuszone. Poddaje się je następnie obróbce w 5-7% roztworze ałunu potasowego w ciągu 5-10 minut, ponownie płucze i suszy. Skład właściwej kąpieli pigmentująco-wywołującej jest następujący:

	wg Manly /25/	wg Schmidta /6/
dwuchromian potasu	4 g	8 g
żelazicyjanek potasu	4 g	10 g
bromek potasu	4 g	7 g
ałun glinowo-potasowy	2 g	0,5 g
kwas cytrynowy	0,6 g	1 g
woda	600 ml	1000 ml

Kwas cytrynowy działa tu jako przyśpieszacz, a ałun zabezpiecza przed zbyt silnym pęcznieniem warstwy.

Obraz srebrowy moczy się w wodzie przez około 10 minut, a następnie układa się na płycie szklanej. W tym samym czasie arkusz papieru pigmentowego zanurza się do rozcieńczonego w stosunku 1:4 roztworu do ozobromowania /jednego z podanych wyżej/ na 2-3 minuty, przenosi na 7-15 minut do kąpieli kwaśnej o składzie:

kwas solny rozcieńczony 1:300 lub woda	1000 ml
ałun chromowo-potasowy	100 g
kwas szczawiowy	20 g

Płucze się kilkanaście sekund w czystej wodzie i styka obie warstwy sprasowując wałkiem. Proces chemiczny zakończony jest po 20-30 min. Choąc bezpośrednio otrzymać kopię układa się sprasowane warstwy do wody o temperaturze 40-45°C. Niezgarbowana warstwa żelatyny z pigmentem rozpuszcza się, a papier może być ściągnięty. Zgarbowana żelatyna z pigmentem osadza się mocno na obrazie srebrowym. Obraz utrwala się w roztworze ługu sodowego /10%/, utwardza w roztworze ałunu, krótko płucze i suszy.

Dla otrzymania przeniesionego obrazu ozobromowego warstwę papieru pigmentowego ściąga się po około 15 minutach oddziaływania. Czynność tę należy przeprowadzić w zimnej wodzie. W warstwie powierzchniowej papieru pigmentowego znajduje się obraz pigmentowy, który może być naniesiony na papier do przenoszenia /tak jak w technice pigmentodruku - 1.a/ i wywołany po 5 minutach. Obraz z papieru do przenoszenia można umieścić na różnych materiałach jak drewno czy płyty metalowe np. w technice heliograwiury.

2.c. Proces carbro/6,7/

Metoda ta jest bardzo podobna do ozobromodruku, a została opracowana przez H.F.Farmera w 1919 r. Nazwa została utworzona przez połączenie pierwszych sylab słów „carbon" i „bromosrebro". Z rozdziału 1 wiadomo, że dzięki używaniu węgla jako pigmentu w procesie pigmentodruku metodę nazywano „węglodrukiem", co w konsekwencji posłużyło do nadania nazwy metodzie carbro. W polskim nazewnictwie spotkać można ze sfonety-

zowaną pisownią nazwy przez k - carbro. Dla przeprowadzenia procesu carbro zwilża się normalny obraz srebrowy i sprasowuje z papierem pigmentowym zanurzonym uprzednio do kąpieli żelazicyjanku i dwuchromianu potasu. Podczas tego oddziaływania zachodzi proces wytwarzania tlenku chromu w miejscach zawierających srebro, tlenek chromu z kolei garbuje żelatynę w warstwie papieru pigmentowego.

Obraz bromosrebrowy dobrze wywołany garbuje się w 3% roztworze ałunu chromowego lub w 5% roztworze formaliny przez 5-10 minut Papier pigmentowy zanurza się do roztworu odbielającego o składzie:

woda	100 ml
dwuchromian potasu	1,5 g
żelazicyjanek potasu	1,5 g
bromek potasu	1,5 g

Czas trwania kąpieli powinien wynosić ok. 3 minut. Roztwór należy stosować świeży, wkrótce po przyrządzeniu. Po tej kąpieli papier pigmentowy zanurza się na 15-30 sekund do kąpieli kwaśnej o składzie:

woda	1000 ml
kwas octowy	2 ml
kwas solny stężony	2 ml
formalina 40%	10 ml

Krócej trwająca kąpiel kwaśna daje w rezultacie obrazy kontrastowe, dłuższa - bardziej miękkie. Po kąpieli kwaśnej papier pigmentowy styka się ze zmiękczonym obrazem srebrowym i sprasowuje. Po około 15 minutach oddziela się w zimnej wodzie i papier pigmentowy nakłada się na zmiękczony papier do przenoszenia sprasowując po 2-3 minutach i zostawia między warstwami bibuły na 1 godzinę. Wywołanie następuje w wodzie o temperaturze 35°C w czasie ok. 15 minut. Gotowy karbrodruk moczy się w zimnej wodzie, garbuje w 3% roztworze ałunu glinowo-potasowego i suszy. Obraz jest odwrócony, co można uwzględnić przy powiększaniu obrazu bromosrebrowego.

Gdy zostawi się warstwę pigmentową na obrazie srebrowym na dłuższy czas i ściągnie przy wywoływaniu pusty papier z warstwy pigmentowej, to odbielany obraz srebrowy pod obrazem pigmentowym może zostać uwidoczniony przez wywoływanie i służyć do otrzymania dodatkowych efektów plastycznych. Do wywołania można stosować dowolny wywoływacz. Procesy te można przeprowadzać w świetle dziennym i kontrolować czy obraz osiąga pożądaną intensywność. Karbrodruk na końcu płucze się, utrwala w zwykłej kąpieli utrwalającej, hartuje w 10% roztworze ałunu glinowo-potasowego, płucze raz jeszcze i suszy. Metoda ta daje kopie nieodwrócone bocznie.

Proces carbro można łączyć z metodą oleodruku. Zamiast papieru

pigmentowego utwardzeniu ulega wtedy warstwa żelatyny nie zawierająca barwnika. Obraz tworzy się nanosząc tłustą farbę jak w metodzie oleodruku /1.d/.

2.d. Metoda przesiąkowa otrzymywania obrazów barwnych

W punkcie 1.e wspomniano o uproszczonej metodzie pinatypowej zaproponowanej przez L.Didiera /17/. Mechanizm reakcji utwardzania warstwy żelatynowej w miejscach zawierających obraz srebrowy jest taki sam jak w opisanych wyżej procesach bromooleodruku, ozobromodruku czy procesu carbro. Jako matryca nasączona wodnymi roztworami barwników służy warstwa żelatynowo-srebrowa odwróconego obrazu zduplikowanego negatywu. Metoda ta uzyskała dzięki znakomitym rezultatom duże znaczenie w uzyskiwaniu i kopiowaniu obrazów barwnych i była powszechnie stosowana do lat pięćdziesiątych kiedy wyparły ją mniej pracochłonne metody fotografii barwnej.

W celu uzyskania obrazu barwnego, należy wykonać potrójny negatyw danego obiektu fotografując go przez filtry niebieski, zielony i czerwony. Tak otrzymane negatywy należy dwukrotnie przekopiować w celu uzyskania duplikatów negatywów na specjalnej błonie matrycowej. Błony matrycowe były produkowane na podłożu z celuloidu z naniesioną warstwą halogenosrebrową zawierającą dodatkowo żółty barwnik tartazynę zmniejszający rozpraszanie światła w czasie kopiowania od strony podłoża. Obecnie do tego celu można użyć błon półtonowych, najlepiej bez podlewu przeciwblaskowego i słabo zgarbowanych.

Po skopiowaniu błonę matrycową, wywołuje się w zwykłym wywoływaczu negatywowym, płucze przez 8-10 minut w bieżącej wodzie i poddaje obróbce w kąpieli odbielająco-garbującej zestawionej z roztworów 1 i 2 o składzie:

Roztwór 1		Roztwór 2	
Dwuchromian amonowy	10 g	Chlorek sodowy	25 g
kwas siarkowy /stężony/	2 ml	woda	do 500 ml
woda	do 500 ml		

Obróbkę prowadzi się w ciągu 5 minut w roztworze roboczym:

roztwór nr 1	50 ml
roztwór nr 2	50 ml
woda	do 300 ml

Proces prowadzi się w temperaturze 18°C. W tym czasie żelatyna ulega zgarbowaniu w miejscach zawierających srebro. Oddzieloną błonę zanurza się do wody o temperaturze 45-50°C na około 5 minut. Wodę należy kilkakrotnie wymienić. Tak utworzony relief płucze się w zimnej wodzie i utrwala 2-4 minut w utrwalaczu o składzie:

tiosiarczan sodu	250 g
siarczyn sodu bezwodny	15 g
kwas octowy /28%/	50 ml
kwas borny	8 g
ałun potasowo-glinowy	15 g
woda	do 1000 ml

Utrwalony obraz płucze się w bieżącej wodzie i suszy. Wysuszony barwi się w wodnych roztworach kwaśnych barwników.

Roztwór żółty /dla obrazu fotografowanego przez filtr niebieski/

tartrazyna	40 g
kwas octowy	20 ml
woda	do 1000 ml
czas barwienia	1,5-2 minuty

Roztwór purpurowy /dla obrazu fotografowanego przez filtr zielony/

azofuksyna	2 g
kwas octowy	10 ml
woda	do 1000 ml
czas barwienia	3-4 minuty

Roztwór niebiesko-zielony /dla obrazu fotografowanego przez filtr czerwony/

błękit ksylenowy	4 g
kwas octowy	10 ml
woda	do 1000 ml
czas barwienia	3-4 minuty.

Zabarwione matryce płucze się w 0,5% roztworze kwasu octowego /dla usunięcia nadmiaru barwnika z powierzchni/ i suszy /aby odparował kwas octowy/. Można teraz przystąpić do drukowania. W tym celu stosuje się dowolny gładki papier pokryty warstwą żelatyny zgarbowanej w 0,5% roztworze ałunu chromowego przez 5 minut. Można też użyć utrwalonego i dobrze wypłukanego papieru fotograficznego. Przygotowany papier zanurza się na minutę do zakwaszonej wody z saponiną, aby zapewnić równomierne zwilżanie:

kwas octowy	10 ml
saponina	0,5 g
woda	do 1000 ml

Na tak zwilżony papier żelatynowy nakłada się na 15 minut zabarwione matryce warstwą do warstwy i dociska pod prasą fotograficzną.

Zalecana jest następująca kolejność drukowania: purpura, niebiesko-zielony i żółty.

Metoda przesiąkowa pozwala na uzyskanie z jednego kompletu matryc /każdorazoro barwionych/ około 25 odbitek barwnych. Odporność barwników zapewnia trwałość obrazu otrzymanego tą metodą.

3. Literatura cytowana

1 Klimecki T., Technika powiększania, WNT, Warszawa 1977, s.127-158.
2 Brit. J. of Phot. Nr 2662, za: Photographische Mitteilungen 1911, s. 188.
3 Mierzecka J., Fotografia 1/17/80, s. 23.
4 Mutter E., Kompendium der Photographie, III Band, Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik GMBH, Berlin-Borsigwalde 1969.
5 Niemczyński W.: Zbiór recept fotograficznych, S-ka Wydawnicza „Horyzont", Kraków 1947.
6 Stenger E., Die Kopierverfahren, w: Handbuch der Photographie. Hrsg.v.H.W.Vogel. II.Bd. 3T. Hrsg.v.E.Lehmann. Berlin 1926
7 Eder, J.M., Rezepte und Tabellen. 14-15. Aufl.Halle /Saale/: Wilhelm Knapp Verlag 1933.
8 Kühn, H., Technik der Lichtbildnerei. Halle/Saale/: Wilhelm Knapp Verlag 1921.
9 Kosel H.Cl., Die Technik des Kombinatione und Dreifarbengummidruckes. Wien 1906.
10 Behrens F., Der Gummidruck. Berlin 1903.
11 Leiber F., Eders Jb. der Phot. 26 /1912/ s. 526.
12 Fuhrmann F., Der Öldruck. Halle 1910
13 Gottlieb Z., Fotochemigrafia, Tłocznia Wł.Łazarskiego Warszawa 1924.
14 Edwards E., US Pat. 150 946/1874. Engl. Pat. 1 362/1875.
15 Edwards E., Hadden H.J., Eng.Pat. 3 453/1875.
16 Cros Ch., Brit.J. of Phot. 29/1882/ s. 281.
17 Didier L., Vereinfacher Pinatypie-Process. Phot.Ind.1917, s.480.
18 Pizzighelli G., Phot.Korresp. 17/1880/ s. 236-240, 251-253.
19 Mies.fot. 1925 z.10, s. 153.
20 Poradnik fotograficzny pod red. W.W.Puśkowa, WNT, Warszawa 1956.
21 Sobacchi A., Camera 4/1925/ s. 81-82
22 Fot.pol. 1925 z.3, s. 54.
23 Obernetter J.B., Phot.Korresp. 11/1874/ s. 2, 8, 29.
24 Ebel H., Ranft A., Bromöldruck und Umdruck. Berlin 1922.
25 Manly Th., Eng.Pat. 17 007/1905.

Stanisław Jabłonka

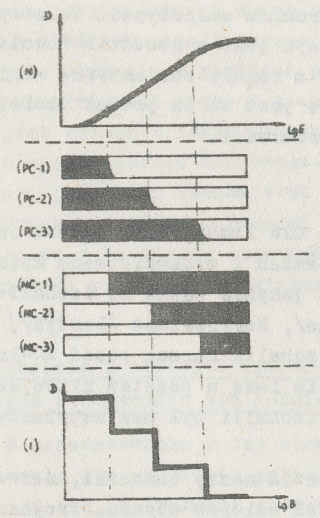
METODY BARWNEJ IZOHELII

1. Wprowadzenie

Izohelia czarno-biała jest fotograficzną techniką tonorozdzielczą, pozwalającą na uzyskanie obrazów fotograficznych złożonych z dwóch lub większej liczby pól o jednakowym, w ramach pola, zaczernieniu, w którym linia graniczna pomiędzy poszczególnymi polami odpowiada w przybliżeniu jednakowej luminancji /jednakowej jasności/ fotografowanego obiektu. Stąd nazwa techniki /greckie: isos = równy, jednakowy, greckie: helios = światło, jasność/. Technika ta powstała w 1931 r., a jej twórcą był Witold Romer. Obrazy uzyskane techniką izohelii charakteryzują się zredukowaną ilością odwzorowywanych szczegółów fotografowanego obiektu, stąd charakterem swoim w pewnym stopniu przypominają grafikę. Współcześnie technika ta znana jest szeroko na świecie, często wykorzystywana w fotografii artystycznej, reklamowej, do ilustracji książek, znane są jej zastosowania do pomiaru rozkładu oświetlenia hal fabrycznych, rozkładu nocnego oświetlenia ulic itp. W literaturze fotograficznej izohelia czarno-biała doczekała się szeregu opisów wykonania. Na dalszy użytek - przedstawiam schemat ilustrujący tok uzyskiwania izohelii czarno-białej, ze zwięzłym jego opisem.

Punktem wyjścia jest najczęściej półtonowy, konwencjonalny czarno-biały negatyw fotograficzny /N/. Na rys. 1 reprezentuje go krzywa charakterystyczna materiału, na którym został wykonany. Z negatywu tego sporządza się najczęściej kilka diapozytów cząstkowych /PC/ na materiale fotograficznym o możliwie wysokiej kontrastowości, zmieniając czas ekspozycji poszczególnych kopii. Przez zmienne warunki ekspozycji uzyskuje się diapozytywy, w których granica pomiędzy miejscami białymi i czarnymi odpowiada w kolejnych /PC/ innej gęstości optycznej negatywu wyjściowego /N/, a więc innej luminancji sfotografowanego przedmiotu /obiektu/. Te obrazy przejściowe składają się z powierzchni białych i czarnych, ze z reguły półtonową strefą /linią/ graniczną pomiędzy tymi powierzchniami. Na rys. 1 schematycznie zaznaczono diapozytywy cząstkowe w postaci pasków korelujących z krzywą charakterystyczną /N/ i różnymi naświetleniami poczynając od najkrócej naświetlonego /PC 1/ do najdłużej /PC 3/.

Przekopiowanie diapozytywów cząstkowych na równie wysokokontrastowy materiał światłoczuły przy zastosowaniu jednakowych warunków kopiowania prowadzi do uzyskania negatywów cząstkowych /NC/.



Rys. 1. Schemat ilustrujący powstanie izohelii czarno-białej.

Charakteryzują się one z reguły ostrą linią konturową rozgraniczającą pola białe od czarnych. Służą one już bezpośrednio do naświetlania papieru fotograficznego dla uzyskania izohelii.

Papier fotograficzny o dowolnej gradacji naświetla się w styku lub przy użyciu powiększalnika kolejno najpierw pod negatywem cząstkowym NC-3, następnie pod NC-2 i następnie pod NC-1. Konieczne jest spełnienie warunku pasowania konturów fotografowanych przedmiotów. Czasy naświetlania pod poszczególnymi negatywami cząstkowymi dobiera się na podstawie osobno sporządzonej próbki naświetleń papieru /bez negatywu/. Miejsca czarne negatywu NC-3 odpowiadają polom białym w końcowym obrazie fotograficznym /na izohelii/, a naświetlenie papieru przez NC-3 dobiera się tak, by po wywołaniu uzyskać gęstość optyczną w obrazie następną po bieli /pierwszy stopień schodkowej krzywej reprodukcji luminancji9. Ciemne miejsca negatywu NC-2 zasłaniają w czasie kopiowania na papier pola odpowiadające polom białym i szarym /z pierwszego stopnia krzywej reprodukcji luminancji/, a czas ekspozycji dobiera się tak, by łączne naświetlenie pod NC-3 i NC-2 dawało po wywołaniu gęstość optyczną pożądaną dla drugiego stopnia schodkowej krzywej reprodukcji luminancji. Naświetlenie papieru pod NC-1 winno być takie, by na polach odpowiadających jasnym miejscom tego negatywu uzyskać na papierze fotograficznym po jego wywołaniu - czerń maksymalną. Skala szarości w obrazie końcowym /wysokość stopni na

krzywej reprodukcji luminancji/ nie zależy od gradacji użytego papieru fotograficznego, a od doboru warunków ekspozycji. To stopniowanie gęstości optycznej w obrazie końcowym jest w zasadzie dowolne, a o wartościach tych gęstości decydują z reguły subiektywne względy estetyczne autora. Pomocą w ich doborze jest seria próbek izohelii, wykonana przy różnej wysokości stopni szarości.

2. Izohelia barwna

Barwna izohelia wykonana typową dla izohelii procedurą jest niezwykle rzadko spotykana. W czasopismach i wydawnictwach książkowych nie spotkałem żadnego jej opisu, a jedynie znane mi izohelie barwne to wykonane przez Karpawicziusa /Wilno/, Marynowicza /Londyn/, Czobaniuka /Wrocław/. Sam zajmowałem się izohelią barwną ponad 20-lat temu i tamte doświadczenia i przemyślenia leżą u podstaw niniejszego referatu. Pierwszym wykonawcą barwnej izohelii był bez wątpienia Karpawiczius, o czym wspomina W.Romer.

Od samego początku istnieje kwestia nazwy techniki, nazwa izohelia barwna nie oddaje bowiem w pełni walorów obrazu. Proponuję tu nazwę poliizochromia jako najlepiej opisującą cechy ostatecznego obrazu fotograficznego. Nazwy tej używam przemiennie z nazwą izohelia barwna.

Na początku warto może zastrzec, że niżej opisane metody dotyczą typowej dla izohelii procedury postępowania, nie obejmują natomiast kwestii uzyskiwania poliizochromii przy użyciu specjalnych a trudno dostępnych materiałów, np. Agfacontur.

Metody uzyskiwania izohelii barwnych podzielić można na następujące:

A. Z negatywu czarno-białego /lub czarno-białej kopii półtonowej z negatywu barwnego lub barwnego przeźrocza/, prowadzące do obrazu końcowego o dowolnych barwach poszczególnych stopni, w żadnej mierze nie związanych z barwami sfotografowanych przedmiotów, wynikających jednak z dodawania się naświetleń pod poszczególnymi negatywami cząstkowymi.

B. Z negatywu czarno-białego /lub czarno-białej kopii półtonowej z negatywu barwnego lub barwnego przeźrocza/, prowadzące do obrazu końcowego o dowolnych barwach wszystkich stopni, barwach nie związanych z barwami sfotografowanych przedmiotów, kiedy barwa każdego stopnia wynika z naświetlenia od zera, tj. niezależnie od innych stopni.

C. Z negatywu barwnego, kiedy barwy końcowej poliizochromii korelują z barwami sfotografowanego przedmiotu /obiektu/.

Przy opisie poszczególnych metod ograniczam się do procedury korzystającej w stadiach przejściowych z materiałów światłoczułych czarno-białych. Używanie w stadiach przejściowych materiałów barwnych bardzo utrudnia tok pracy i niekorzystnie wpływa na efekt końcowy, brak jest bowiem w takim wypadku swobody w doborze barw poszczególnych stopni obrazu końcowego. Dla opisywanych metod za najkorzystniejszą procedurę uważam więc operowanie w stadiach przejściowych wysokokontrastowymi błonami czarno-białymi i kopiowanie końcowego obrazu z negatywów cząstkowych czarno-białych na barwny papier światłoczuły przy użyciu świateł barwnych /światło białe plus filtr świetlny/.

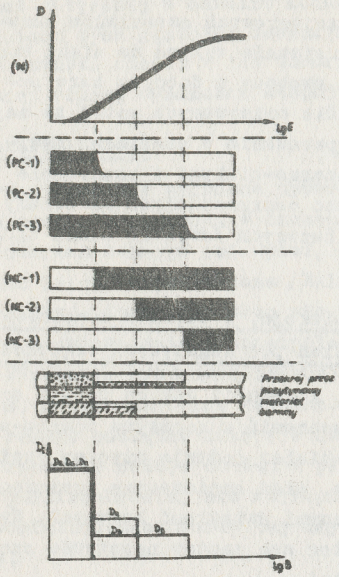
2a. Poliizochromia z negatywu czarno-białego, o barwach dowolnych wynikających z dodawania się naświetleń pod negatywami cząstkowymi.

Na rys. 2 przedstawiono w tej samej konwencji jak na rys. 1 schemat postępowania dla uzyskania poliizochromii z negatywu czarno-białego, różniący się od izohelii czarno-białej jedynie użyciem papieru barwnego do uzyskania obrazu końcowego, oraz kopiowaniem poszczególnych negatywów cząstkowych coraz to innymi światłami barwnymi. Wynika z tego rysunku, że użyty może być ten sam zestaw negatywów cząstkowych /NC/ jak do izohelii czarnobiałej.

Każdy z negatywów cząstkowych kopiuje się innym światłem barwnym, np. uzyskanym przez założenie do powiększalnika filtrów świetlnych. Najłatwiejsze operowanie barwami w obrazie umożliwia użycie filtrów niebieskiego /B/, zielonego /G/ i czerwonego /R/, przez które dozowane jest naświetlenie poszczególnych warstw światłoczułych trójwarstwowego papieru do fotografii barwnej. Na przekroju przez papier barwny /rys. 2/ zaznaczono, przy tradycyjnej kolejności warstw, tj. od góry niebieskoczułej w której powstaje barwnik żółty następnie zielonoczułej w której powstaje barwnik purpurowy i czerwono-czułej, w której powstaje barwnik niebiesko-zielony, że negatyw cząstkowy NC-3 kopiowany był światłem niebieskim, NC-2 światłem czerwonym, zaś NC-1 światłem białym. Barwy poszczególnych stopni zależne są od rodzaju światła kopiującego z tym jednak, że barwnik dający barwę pierwszego stopnia obrazu powstaje również w miejscach odpowiadających wyższym stopniom.

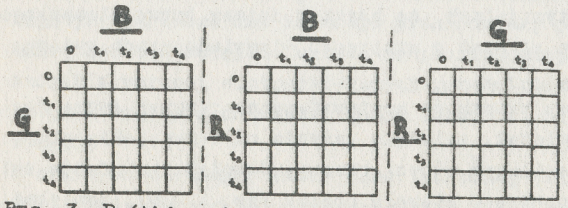
Poszczególne negatywy cząstkowe kopiować można również dwoma czy też trzema rodzajami świateł, zależnie jedynie od barwy jakie chce się uzyskać dla poszczególnych stopni obrazu. Dowolny jest dobór świateł kopiujących dla pierwszego stopnia obrazu /np. B + G/, pamiętać jednak należy, że następne kolejne stopnie obrazu zawierać będą rów-

nież barwniki będące wynikiem naświetlenia pierwszego stopnia.



Rys. 2. Schemat uzyskiwania z negatywu czarno-białego poliizochromii o barwach wynikających z sumowania się świateł kopiujących.

Dla ułatwienia doboru naświetleń przez negatywy cząstkowe przy użyciu świateł B, G, R dla uzyskania określonych barw, służą próbki naświetleń wykonane na tym samym papierze barwnym, na którym kopiowany będzie obraz końcowy, światłami którymi będzie naświetlany obraz, próbki o skokowej skali naświetleń, w czasach 0, t_1, t_2, t_3 itd. np. światłem niebieskim /B/, a po odwróceniu próbki papieru o 90^0 - światłem /G/ również paskami, w czasach 0, t_1, t_2, t_3 itd. Po wywołaniu barwnym takiej próbki papieru uzyskuje się kratownicę złożoną z barw o różnym odcieniu i nasyceniu. Z próbki takiej wybrać można warunki ekspozycji dla uzyskania żądanej barwy w obrazie. Trzy takie próbki, schematycznie przedstawione na rys. 3. praktycznie wyczerpują potrzeby dla określenia warunków ekspozycji poliizochromii.



Rys. 3. Próbki naświetleń światłami barwnymi dla określenia warunków ekspozycji dla uzyskania żądanych barw w poliizochromii.

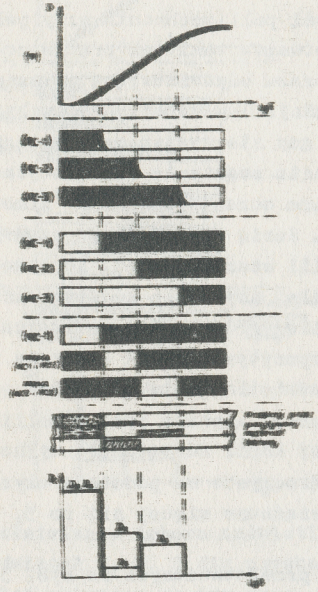
Naświetlony papier barwny obrabia się wg toku zalecanego przez producenta papieru.

2b. Poliizochromia z negatywu czarno-białego, o dowolnych barwach obrazu.

Większe możliwości doboru barw pól poliizochromii przy pełnej dowolności ich odcienia i nasycenia stwarza taki tok przygotowania negatywów cząstkowych, by każde pole obrazu odpowiadające poszczególnym stopniom krzywej schodkowej reprodukcji luminancji, mogło być naświetlane niezależnie od innych, a więc gdy nie występuje efekt sumowania się naświetleń. Wymaga to sporządzenia negatywów cząstkowych odpowiadających tylko poszczególnym stopniom obrazu. Rysunek 4 ilustruje tok postępowania dla takiego przypadku. Serię diapozytywów cząstkowych /PC/ wykonuje się tak jak do izohelii czarno-białej, kopiuje je kontrastowo jak do izohelii czarno-białej uzyskując negatywy cząstkowe /NC/. Dodatkowo z uzyskanych wcześniej /PC/ i /NC/ sporządza się kopię czarnobiałą z negatywu NC-1 diapozytywu /PC-2/ stosując wysokokontrastową błonę światłoczułą i naświetlając tak, by obok pól białych /o możliwie niskiej gęstości optycznej/ uzyskać pola o możliwie dużym kryciu. Pola przeźroczyste na takiej kopii odpowiadają tylko jednemu stopniowi odpowiadają miejsca przeźroczyste na podobnie uzyskanej kopii NC-2 i PC-3. Jeśli PC i NC sporządzono więcej niż po 3, wykonuje się jeszcze kopię NC-3 i PC-4 itd.

Korzystając z próbek naświetleń przedstawionych na rys. 3., naświetla się barwny papier fotograficzny stosując dla poszczególnych stopni rodzaje świateł kopiujących i czasy ekspozycji zależne wyłącznie od pożądanego odcienia i nasycenia barwy stopnia obrazu. Na rys.4 na przekroju przez trójwarstwowy papier barwny zaznaczono barwniki tworzące obraz. Dla najjaśniejszych części obrazu brak barwników /pole białe/, dla pierwszego stopnia - niepełne stężenie barwnika purpurowego /zaświetlenie światłem zielonym G/, dla kolejnego stopnia - pewne stężenie barwnika żółtego, będące wynikiem naświetlenia światłem B oraz pewne stężenie barwnika niebiesko-zielonego będące wynikiem naświetlenia papieru pod tym samym obrazem cząstkowym /kopia NC-1 i PC-2/ światłem R, co oznacza, że pole ma w efekcie barwę niebiesko-zieloną, zaś odczytać można z tego przekroju, że najciemniejszym miejscom sfotografowanego oryginału w poliizochromii odpowiada pole ciemno-czerwone pełne stężenie barwnika żółtego i purpurowego, będą-

ce wynikiem intensywnego naświetlenia papieru pod NC-1 światłem niebieskim i zielonym/. Przykład barw na poszczególnych stopniach izohelii barwnej jest dowolny; w sposób dowolny barwami "dyryguje" wykonawca obrazu.



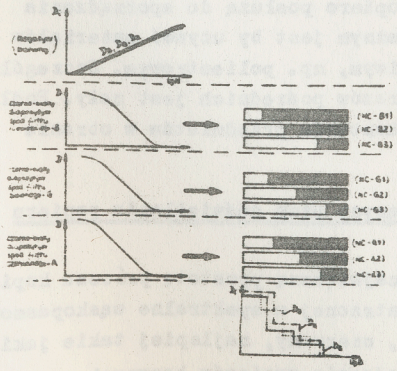
Rys. 4. Schemat uzyskiwania z negatywu czarno-białego poliizochromii z polami o dowolnych barwach i dowolnej jasności.

Warto zwrócić uwagę, że opisywany tu sposób postępowania z indywidualnym zaświetleniem każdego stopnia krzywej reprodukcji luminancji pozwala w odróżnieniu od sposobu przedstawionego w p. 2a na dowolne kierowanie jasnością pól składowych obrazu, tzn. po polu białym następuje pole o dowolnej barwie i jasności, następne zaś pole może być jaśniejsze /!!/ od poprzedniego. Trudno przewidzieć przypadki, kiedy takie pokierowanie schodkową krzywą reprodukcji jasności da korzystne efekty estetyczne przy obserwacji takich obrazów. Opisywana metoda daje jednak takie możliwości.

2c. Poliizochromia z negatywu barwnego, o barwach skorelowanych z barwami sfotografowanych przedmiotów.

Spośród wielu możliwych sposobów wykonania izohelii barwnej korelującej z barwami naturalnymi sfotografowanych przedmiotów przedstawiam najprostszy, a jednocześnie najlepszy moim zdaniem tok postępowania. Prostota ta polega przede wszystkim na wykonaniu wszystkich pośrednich stadiów pomiędzy wyjściowym negatywem barwnym a końcową poliizochromią, przy użyciu wysokokontrastowych błon czarno-białych. Umożliwia on jednocześnie kopiowanie obrazu końcowego przy użyciu trzech tylko rodzajów światła /filtrów/, tj. tak jak w poprzenio opisanych metodach: niebieskiego, zielonego i czerwonego. Operowanie negatywami cząstkowymi /czy diapozytywami cząstkowymi/ z obrazami pośrednimi barwnikowymi, utrudnia cały tok pracy, a jednocześnie, wymaga wielokrotnych przekopiowań dla uzyskania bardzo kontrastowych obrazów cząstkowych, utrudnia również sterowanie odcieniami i nasyceniami barw w obrazie końcowym.

Pierwszą operacją jest sporządzenie tzw. czarno-białych wyciągów barw z wyjściowego, półtonowego negatywu barwnego. Na panchromatycznej błonie graficznej o wartości γ w granicach 2-3 sporządza się trzy półtonowe diapozytywy czarno-białe, naświetlające je przez filtr niebieski, zielony, czerwony. Diapozytywy te wykonać można na takich np. materiałach jak ORWO FP2, ORWO FP3, Foton GP-3. Z każdego z tak uzyskanych diapozytywów sporządza się serię negatywów cząstkowych /NC/ przy użyciu bardzo kontrastowej błony światłoczułej, stosując do ich uzyskania różne naświetlenia, podobnie jak w toku uzyskiwania izohelii czarno-białej. Na rys. 5 oznaczono negatywy cząstkowe uzyskane z wyciągu spod filtru niebieskiego jako NC-B1, NC-B2 i NC-B3, uzyskane z wyciągu spod filtru zielonego jako NC-G1, NC-G2 i NC-G3, zaś z wyciągu spod filtru czerwonego jako NC-R1, NC-R2, i NC-R3. Linie graniczne pomiędzy polami białymi a czarnymi na poszczególnych negatywach cząstkowych nie muszą odpowiadać jednakowym luminacjom sfotografowanego przedmiotu, jak to zaznaczono na rys. 5.



Rys. 5. Ilustracja toku postępowania dla uzyskania z negatywu barwnego poliizochromii o barwach skorelowanych z naturalnymi barwami sfotografowanych przedmiotów.

Przy zachowaniu pasowania konturów przedmiotów kopiuje się na barwny papier fotograficzny najpierw NC-B3, następnie NC-B2 i następnie NC-B1 stosując w kopiarce lub powiększalniku filtr niebieski /B/. Z kolei przystępuje się do trzech naświetleń przez filtr zielony /G/ kolejno przez negatywy cząstkowe serii NC-G, wreszcie światłem czerwonym przez negatywy cząstkowe serii NC-R. Czasy ekspozycji pod poszczególnymi negatywami cząstkowymi dobiera się na podstawie próbek naświetleń, które ilustruje omówiony wyżej rys. 3.

Łatwo zauważyć, że naświetlenia warstw światłoczułych papieru barwnego pod poszczególnymi negatywami cząstkowymi sumują się. Jest to element, który należy uwzględnić przy określaniu czasów poszczególnych ekspozycji.

3. Uwagi końcowe.

3.1. Uwagi dotyczące błon czarno-białych do cząstkowych obrazów pośrednich.

Wskazanym jest używanie błon do celów graficznych o najwyższej kontrastowości, głównie błon typu "lith" do tzw. wywoływania infekcyjnego. Najbardziej odpowiednie do tego celu są więc błony: Foton BGO-6 obrabiane w wywoływaczu W-34, ORWO FO.6 z wywoływaczem A.82, materiały Kodalith, Agfalith itp. Zadowalające rezultaty uzyskuje się również przy użyciu wysokokontrastowych błon wywoływanych konwencjonalnie, np. Foton BGO-5, ORWO FO.5 itp. Użycie błon o mniejszej kontrastowości może wymagać wielokrotnego przekopiowywania tzn. po wykonaniu serii diapozytywów cząstkowych następuje kopiowanie dla uzyskania, negatywów cząstkowych, te mogą wymagać ponownego przekopiowania /otrzymuje się znów diapozytywy/ - i jeszcze dalszego przekopiowania dla uzyskania negatywów cząstkowych o ostrej linii granicznej pomiędzy polami białymi a czarnymi. Te dopiero posłużą do sporządzania końcowego obrazu /izohelii/. Dość ważnym jest by używać materiałów światłoczułych na podłożu niekurczliwym, np. poliestrowym. Szczególnie ważnym to jest, kiedy format obrazów pośrednich jest mały. Podłoże niekurczliwe sprzyja utrzymaniu konturów przedmiotów w obrazie końcowym.

3.2. Uwagi o rodzaju świateł kopiujących przy naświetlaniu papieru barwnego.

Jak wspomniałem już wcześniej - największą prostotę procesu kopiowania zapewnia użycie kopiarki zaopatrzonej w spektralne wąskopasmowe filtry świetlne; niebieski, zielony, czerwony, najlepiej takie jakie stosowane są w drukarstwie do sporządzania wyciągów barwnych w proce-

sach przygotowawczych do wykonania matryc do druków barwnych. Użyte mogą być jednak również dowolne filtry świetlne, spektralnie wąskopasmowe. Z braku takich - zaleci można użycie gęstych filtrów korekcyjnych, np. w miejsce filtru B - filtrów 00150150, G-15000150, R-15015000. Możliwe jest również stosowanie pojedynczych, gęstych filtrów korekcyjnych, wtedy jednak komplikuje się wspomniana wyżej swoboda regulacji barw pól składowych izohelii barwnej.

3.3. Uwagi o zachowaniu w czasie procesów kopiowania konturów przedmiotów tworzących obraz.

W izohelii w ogóle, a barwnej w szczególności, warunkiem jest, by w trakcie kopiowania negatywów cząstkowych na papier zachowane było stałe położenie punktów tych negatywów w stosunku do papieru, co zapewnia pasowanie konturów przedmiotów w obrazie. Najlepsze rezultaty uzyskuje się stosując zarówno przy sporządzaniu /PC/ jak i ich kopiowaniu /NC/, a także przy naświetlaniu papierów - specjalnie zrobione ramki z przynajmniej dwoma wypustami stabilizującymi materiał światłoczuły względem obrazu optycznego, którym jest naświetlony. M.in. opis takiej ramki przedstawił W.Romer.

Druk wykonano w ZUT RW NOT
Bydgoszcz z maszynopisu zamawiającego. Zam. nr 22/87