



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

MATERIAŁY SEMINARIÓW TECHNIKI FOTOGRAFII FASFP – FOTON

Blok tematyczny:

JAKOŚĆ OBRAZU
WIDZENIE BARW

Zeszyty szkoleniowe FASFP – FOTON – 1983/84

SPIS TREŚCI

		Strona
Stanisław Jabłonka:	Fizjologiczne aspekty widzenia i reprodukcji barw	1
Władysław Markocki:	Odstępstwa halogenosrebrowych warstw fotograficznych od prawa Bunsena i Roscoego, ze szczególnym uwzględnieniem materiałów barwnych	12
Andrzej Kotecki:	Ocena jakości obrazu fotograficznego	22

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

Stanisław Jabłonka

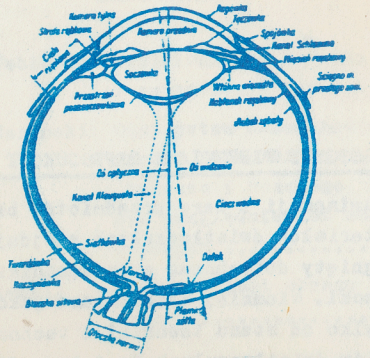
FIZJOLOGICZNE ASPEKTY WIDZENIA I REPRODUKCJI BARW

Metody odtwarzania luminancji i barw przedmiotów barwnych za pomocą fotograficznych materiałów światłoczułych znajdują się w ustawicznym rozwoju, a osiągnięty dotychczas stan techniki w tym względzie uważać można za wysoki. Niemniej obserwowana jakość odtwarzania barw zależna jest nie tylko od stanu techniki i technologii w dziedzinie wytwarzania materiałów światłoczułych do fotografii barwnej, nie tylko od sensytometrycznej charakterystyki tych materiałów, fizycznych właściwości pól barwnych tworzących obraz, ale również, i to w znacznym stopniu, od czynników subiektywnych, fizjologicznych i psychologicznych, tkwiących w samym obserwatorze. Czynniki te odgrywają podobną rolę w ocenie obrazów barwnych uzyskanych odmiennymi od fotograficznej technikami odtwarzania barw, w tej liczbie w ocenie barwnych technik poligraficznych, telewizji barwnej, malarstwie.

Jest rzeczą niezwykle znamienną, że wszystkie niemal techniki odtwarzania barw oparte są na trójparametrowych układach barw, np. w przypadku fotograficznej reprodukcji barw - na materiałach trójwarstwowych /trójbarwnikowych/, co stanowi naturalną konsekwencję trójparametrowego mechanizmu widzenia barw. Na szczególne podkreślenie zasługuje tu fakt, że gdyby mechanizm postrzegania barw przez oko ludzkie był odmienny od trójparametrowego, fotograficzne odtwarzanie barw byłoby znacznie bardziej skomplikowane.

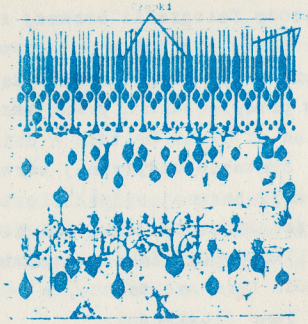
Opracowane i stosowane metody fotografii barwnej rozwinęły się w momencie, kiedy mechanizm widzenia był już w podstawowych swoich zarysach poznany. Przypomnę może w tym miejscu pierwszą w historii fotograficzną reprodukcję barw przeprowadzoną przez Maxwella na pokazie publicznym w Royal Institution of Great Britain w dniu 17 maja 1861, a opartą na trójparametrowej syntezie addytywnej barw. Pokaz ten i jednocześnie początek fotografii barwnej wiązał się ściśle z poznaniem fizjologicznego mechanizmu widzenia barw, nad którym m.in. pracował w tym czasie Maxwell, i koncepcja takiej reprodukcji mogła powstać jedynie przy znajomości tego mechanizmu, a sama jej realizacja stanowiła niezbity dowód jego słuszności.

Nie sposób rozpatrywać fizjologicznie aspekty widzenia i oceny odtwarzania barw bez choćby powierzchownej znajomości budowy oka ludzkiego i jego funkcjonowania.



Rys. 1. Budowa oka ludzkiego.

Oko ma budowę ciemni optycznej /Rys. 1/, w której układ złożony z ośrodków o różnym współczynniku załamania światła tworzy ostry obraz przedmiotów zewnętrznych na tylnej powierzchni gałki ocznej. Układ ten różni się od układów stosowanych w fotografii tym, że obraz nie powstaje w powietrzu, lecz w ośrodku ciekłym. Istotnym elementem budowy oka, jej elementem światłoczułym, jest siatkówka wyścielająca tylną powierzchnię gałki ocznej. Zbudowana jest ona z szeregu warstw komórek. Właściwymi elementami światłoczułymi są w niej dwa rodzaje receptorów zwanych pręcikami i czopkami, różniące się budową /Rys. 2/ i pełnionymi funkcjami. Receptory te połączone są poprzez kilka rodzajów komórek nerwowych /neuronów/ z komórkami zwojowymi, których długie włókna nerwowe tworzą warstwę na wewnętrznej powierzchni gałki ocznej i wybiegają na zewnątrz jako nerw wzrokowy do mózgu.



Rys. 2. Receptory oka.

Podłużne fotoreceptory zwane pręcikami przejmują samodzielnie procesy widzenia w warunkach widzenia skotopowego /tzw. widzenia nocnego/, tj. przy bardzo niskich wartościach oświetlania nie przekraczających 0,01 luxa - i nie mają zdolności odróżniania barw, nie biorą więc udziału w ich percepowaniu.

W widzeniu barwnym /tzw. widzeniu fotopowym, dziennym/ zachodzącym przy wartościach oświetlenia przekraczających 30 luxów - udział biorą czopki, których liczba w siatkówce oka ludzkiego wynosi ok. 7 mln.

Współcześnie wiadomo, że sygnały odbierane przez wszystkie zmysły przekazywane są do mózgu w postaci prądów elektrycznych.

Dotychczas nie jest jasne w jaki sposób energia świetlna jest przetwarzana w energię elektryczną w receptorach, niemniej pierwsza faza tego procesu musi mieć charakter fotochemiczny tj. energia świetlna rozkłada pewne substancje światłoczułe zawarte w czopkach. Jeden z produktów rozkładu zmienia potencjał elektryczny przewodzących neuronów w ten sposób, że do ośrodków mózgowych wysyłany jest kodowany sygnał w formie wielokrotnych wyładowań.

Jeśli światło ma powodować rozkład jakiejkolwiek substancji musi być przez nią /zgodnie z prawem Grodhusa-Drappera/ absorbowane. Substancja przeźroczysta nie może ulec zmianom chemicznym pod wpływem światła, ponieważ go nie pochłania. Jest więc oczywiste, że pochłaniającymi światło substancjami zawartymi w receptorach i biorącymi udział w percepowaniu światła i barw są substancje barwne. Energia świetlna powoduje rozkład tych barwników, ich odtwarzanie następuje bez udziału światła i w reakcji takiej ustala się stan równowagi zależny od poziomu oświetlania. Stan ten powstający jako rezultat równowagi pomiędzy rozkładem a ponowną syntezą barwników światłoczułych utrzymuje się tak długo, jak długo oświetlenie nie ulegnie zmianie. Wymaga on stałego odtwarzania substancji światłoczułych zużywanych stopniowo w tym procesie.

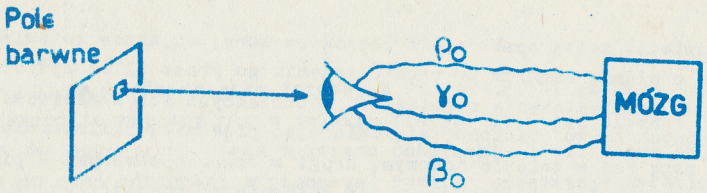
Od strony budowy chemicznej światłoczułe substancje barwne zawarte w receptorach siatkówki są karotenoproteidami, substancjami stanowiącymi chemiczne połączenia części barwnej - pochodnej barwników karotenowych i bezbarwnej części białkowej. Barwniki zawarte w czopkach noszą ogólną nazwę jodopsyny. Pod nazwą tą kryją się substancje niejednorodne pod względem chemicznym, jako że funkcje, które spełniają w procesie widzenia barw są niejednorodne.

Badanie chemicznych i fizykochemicznych zmian zachodzących w siatkówce pod wpływem działania światła jest zadaniem niezwykle trudnym. Dlatego też wiele szczegółów dotyczących natury procesu widzenia barw

nie zostało wyjaśnionych do końca.

Mechanizm widzenia barw doczekał się znacznej liczby teorii, z których większość opartych jest na znanym już od dawna fakcie, że wszystkie barwy można, uwzględniając pewne warunki, odtworzyć przez mieszanie trzech odpowiednio dobranych barw. Już w roku 1807 Young sformułował teorię, która do dziś, z nielicznymi tylko poprawkami, stanowi podstawową teorię widzenia barw, mającą zastosowanie m.in. w fotografii barwnej. Jest to trójskładnikowa teoria widzenia barwnego /teoria trójchromatyczna/. Wg Younga w oku występują trzy rodzaje fotoreceptorów w postaci włókien nerwowych czułych w różnych zakresach widma światła. Włókna każdego z rodzajów czułe są na barwę czerwoną, zieloną lub niebieską /fioletową/. Helmholtz w niespełna 50 lat później rozwinął tę teorię zakładając, że pod wpływem podrażnień przez światło różnych zakresów widma światła następuje pobudzenie szczególnie jednego z tych trzech rodzajów włókien. Stopniowo myśl o trzech rodzajach włókien nerwowych zmieniła się w pojęcie trzech odmiennych typów czopków, z których każdy zawiera własną substancję światłoczułą i ma określone cechy absorpcyjne. Dalszym krokiem w rozwoju teorii trójchromatycznej było powiązanie różnic fotoreceptorów z zawartymi w nich odmiennymi barwnikami. Wobec szeregu dowodów na brak występowania w siatkówce trzech rodzajów czopków o odmiennych właściwościach światłoczułych Polyak wysunął hipotezę, zgodnie z którą w każdym czopku występuje identyczna mieszanina trzech pigmentów selektywnie czułych pod względem fotochemicznym. Teorię Younga-Helmholtza i hipotezę Polyaka można uważać za wzajemnie uzupełniające się i stanowiące do dziś zwartą całość w tłumaczeniu procesów widzenia barw. U podstaw tych teorii leży stwierdzenie, że cała mnogość wrażeń barwnych powstaje przez współdziałanie w procesie kojarzenia tylko trzech różnych bodźców odbieranych przez siatkówkę oka. Niezależnie od umiejscowienia substancji światłoczułych za słusznością tej teorii przemawia znaczna liczba faktów doświadczalnych. Niektórymi z nich zajmiemy się niżej.

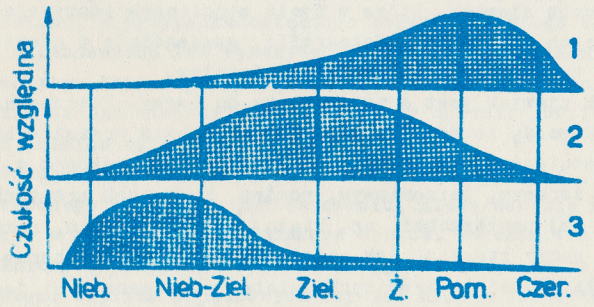
Zgodnie z teorią trójchromatyczną wrażenia barwne powstają przez pobudzenie w różnym stopniu trzech odrębnych elementów światłoczułych siatkówki, a odczucie barwy przez obserwatora zależne jest od wzajemnego stosunku tych pobudzeń. Można to zobrazować za pomocą schematu przedstawionego na Rys. 3, na którym symbolami ρ_o, γ_o i β_o oznaczono stopień pobudzenia odrębnych fotoreceptorów.



Rys. 3. Schemat pobudzenia odrębnych fotoreceptorów.

Od stosunku pobudzeń $\rho : \gamma : \beta$ zależy wrażenie barwy uświadamiane w mózgu, a w przypadku równoczesnego pobudzenia trzech receptorów światła powstaje wrażenie barw achromatycznych /bieli, szarości/. Suma pobudzeń decyduje o wrażeniu luminancji.

Należy założyć, że zakresy czułości spektralnej odrębnych receptorów pokrywają cały zakres widma światła, natomiast maksima absorpcji tych receptorów przypadają dla różnych długości fal. Helmholtz w sposób całkowicie hipotetyczny przedstawił krzywe uczulenia spektralnego fotopowych elementów światłoczułych siatkówki. Przedstawiono je na rys. 4, na którym kolejne krzywe odnoszą się do: 1-elementów czerwonoczułych, 2-zielonoczułych, 3-niebieskoczułych.



Rys. 4. Krzywe uczulenia spektralnego fotopowych elementów siatkówki.

Jednym z dowodów na słuszność takiej koncepcji jest występowanie barw metamerycznych. Metamerami nazywamy barwy nierozróżnialne dla oka, kolorymetrycznie równoczesne, lecz różniące się składem spektralnym światła. Typowym przykładem świateł metamerycznych jest np. żółte światło monochromatyczne lampy sodowej i kolorymetrycznie równoczesne

z nim światło żółte spektralnie szerokopasmowe, uzyskane ze światła białego o widmie ciągłym po przepuszczeniu go przez filtr optyczny absorbujący promieniowanie niebieskie. O odmiennych ich właściwościach spektralnych łatwo przekonać się oglądając przedmiot wielobarwny, np. barwną mapę raz w świetle sodowym, drugi w szerokopasmowym. W pierwszym przypadku mapa będzie sprawiała wrażenie achromatycznej, w drugim zaś barwnej, choć dla oka barwy źródeł światła są identyczne. Zgodnie z wyżej przedstawionym schematem - obydwa metamery w podobny sposób oddziaływują na fotoreceptory, co można przedstawić następującą zależnością

$$\rho_{ż} : \gamma_{ż} : \beta_{ż} \equiv \rho_{Na} : \gamma_{Na} : \beta_{Na}$$

w której indeksem ż-oznaczono pobudzenia trzech fotoreceptorów pod wpływem światła szerokopasmowego, natomiast indeksem Na pobudzenia pod wpływem monochromatycznego światła lampy sodowej.

Właściwość oka niezróżnicowania barw pod względem ich składu spektralnego, możliwość zastąpienia każdej barwy barwą metameryczną, jest niezwykle istotną cechą widzenia barw i leży u podstaw wszystkich metod odtwarzania barw, w tej liczbie i fotograficznej reprodukcji barw. Gdyby nie zjawisko występowania metamerów nie byłoby i fotografii barwnej we współczesnych rozwiązaniach.

Z przedstawionym wyżej skrótowo mechanizmem percepowania barw wiąże się znaczna liczba zjawisk, które w życiu codziennym odgrywają ważną rolę, a których znaczenie w fotografii, szczególnie w ocenie jakości reprodukcji barw, jest również bardzo istotne.

Jednym z takich zjawisk jest adaptacja oka do barwy. Powszechnie znana jest prawidłowość, że powierzchnia biała sprawia wrażenie białej w stosunkowo odmiennych warunkach oświetlenia, np. zarówno w świetle dziennym, żarowym, jarzeniowym, pomimo, że w tych przypadkach światło odbite od tej powierzchni, np. białej kartki papieru, różni się barwą w takim samym stopniu, jak różnią się między sobą barwy tych źródeł światła. Różnica barwy tych świateł odczuwana jest jedynie w momencie zmiany rodzaju oświetlenia z jednego na drugi i w krótki czas po nim, natomiast dłuższe oglądanie wspomnianej kartki powoduje dostosowanie się oka do aktualnie panującego oświetlenia i barwa kartki oceniana jest jako biała. Mechanizm tego zjawiska wytłumaczyć można następująco: w świetle białym /np. dziennym/ trzy rodzaje fotoreceptorów ulegają równocennemu pobudzeniu i sygnały wysyłane przez nie do mózgu odnoszą się jak 1:1:1. W przypadku zmiany oświet-

lenia np. na białe światło żarowe, w którym udział światła czerwonego jest wyraźnie większy niż w świetle białym dziennym, element czerwonoczuły oka początkowo ulega wyższemu pobudzeniu i większemu obciążeniu, przez co stan równowagi w procesie: rozkład substancji światłoczułej - jej regeneracja ulega przesunięciu w kierunku obniżenia czułości czerwonoczułego receptora. To obniżenie czułości wpływa na impulsy wysyłane do mózgu w ten sposób, że sygnał opuszczający oko znów przybiera wartości jak 1:1:1. Możemy w takich przypadkach mówić o automatyzmach zachodzących w siatkówce oka, mających swoje podłoże fizjologiczne. W zjawisku adaptacji do barwy - pewną rolę odgrywają również czynniki psychologiczne.

Omawiane zjawisko ma duże znaczenie przy ocenie fotografii barwnych. Fotografie oglądane jako przeźrocza rzutowane w zaciemnionym pomieszczeniu nie muszą być dokładnie zrównoważone, dopuszczalne jest występowanie stosunkowo dużej dominanty barwnej, gdyż adaptacja oka szybko wyrównuje ten brak. Podobnie małą rolę w poprawnym odczuciu barw tak oglądanego przeźrocza spełnia temperatura barwowa źródła światła w projektorze, obecność zielonkawego filtru ciepłochłonnego czy wreszcie odcień barwny ekranu /nie musi być biały/. Ponieważ pełna adaptacja oka do barwy jest zjawiskiem wymagającym czasu rzędu kilku sekund, w przypadku oglądania obrazu filmowego kolejne sceny muszą być zrównoważone lub wykazywać jednakowe odchylenia od równowagi, w przeciwnym bowiem przypadku zmiana dominanty kolejnej sceny odczuwana będzie bardzo nieprzyjemnie. Ta uwaga dotyczy również przeźroczy barwnych kolejno oglądanych.

Warunkiem do wykorzystania omawianego zjawiska jest oglądanie obrazu barwnego w ciemnym pomieszczeniu, kiedy oko nie ma punktu odniesienia w stosunku do oglądanego obrazu. Warunek ten zwykle nie jest spełniony w przypadku obrazów fotograficznych na podłożu nieprzeźroczystym, odbitek papierowych czy też druków barwnych, oglądanych zazwyczaj w rozproszonym świetle białym. W tych przypadkach wymagania co do zrównoważenia barw są bardzo ostre, oko znajduje się bowiem w stanie adaptacji do barwy światła otoczenia i natychmiast rejestruje występowanie dominanty barwnej w obrazie. Takie nieskorygowane obrazy sprawiają nieprzyjemne wrażenie nie ustępujące w czasie oglądania.

Podobny do przedstawionego jest mechanizm zjawiska powidoku ujemnego. Jeżeli patrzymy na jaskrawe źródło światła, a następnie na równomierną, średnio jasną płaszczyznę, ujrzymy na niej obraz źródła

światła jako ciemniejszą, często barwną plamę. Patrząc np. na zieloną plamę na ekranie, a następnie oświetlając ekran białym światłem, ujrzymy na nim przez krótki moment czasu /kilka sekund/ plamę barwną o kształcie pierwotnej plamy zielonej, jednak w kolorze purpurowym, w przybliżeniu dopełniającym. Mechanizm tego zjawiska ma również podłoże fizjologiczne, mianowicie oddziaływanie przez dłuższy czas w określonym miejscu siatkówki bodźca świetlnego o barwie zielonej powoduje wyczerpywanie się w czopkach, na które pada obraz plamy, barwników światłoczułych odpowiedzialnych za widzenie tej barwy i skutkiem tego obniżenie ich czułości. W momencie zmiany barwy światła receptory z powierzchni obrazu plamy, nieobciążone w czasie działania światła zielonego, o pełnej czułości i pełnej "gotowości" na przyjęcie bodźców świetlnych, wykazują przez jakiś czas względnie wyższą czułość dając w tym miejscu wrażenie barwy dopełniającej.

Zjawisko powidoku ujemnego występuje często w trakcie oglądania dynamicznych obrazów barwnych, przede wszystkim w kinematografii barwnej, szczególnie w momencie zmiany scen, przy czym sąsiadujące sceny różnią się wielkością i rozmieszczeniem pól barwnych: np. - w momencie zmiany sceny o przewadze barw zielonych, rozgrywającej się na leśnej polanie, na scenę rozgrywającą się w biało malowanym pomieszczeniu. Nawet w przypadku bardzo poprawnego zrównoważenia obrazów barwnych tych dwóch scen /mierzonego obiektywnie lub ocenianego w warunkach statycznych/ - powidok ujemny objawi się w postaci purpurowego odcienia ścian aż do momentu, kiedy efekt powidoku ustąpi. Również przy oglądaniu przeźroczy barwnych zjawisko to może wystąpić od momentu szybkiej zmiany przeźroczy, jeśli różniły się one ogólnym wystrojem barwnym.

Dla uniknięcia podobnych efektów przy ocenie obrazów barwnych oko winno znajdować się w stanie adaptacji neutralnej. Osiągamy to, gdy w otoczeniu oglądanych przedmiotów lub obrazów barwnych znajdują się przedmioty w kolorach neutralnych pozbawionych odcienia barwnego. Temu właśnie celowi służy jasnoszara barwa przedniej ściany niektórych kin, na której znajduje się ekran, oświetlona rozproszonym światłem białym przez cały czas projekcji filmu barwnego. Stan adaptacji neutralnej podobnie zrealizowany jak w kinach pozwala na uniknięcie zjawisk powidokowych w trakcie oglądania barwnego programu telewizyjnego. Warto tu jednak zaznaczyć, że wprowadzenie w pole widzenia punktu odniesienia w postaci szarej powierzchni okalającej oglądany obraz barwny - stawia bardzo wysokie wymagania co do zrównoważenia barw w tym obrazie. Adaptacja neutralna niweczy bowiem możliwość adaptacji

oka do barwy, tak korzystnej w odbiorze obrazów barwnych niezrównoważonych, co nawet w kinematografii często ma jeszcze miejsce.

Kolejnym zjawiskiem, któremu chcę poświęcić uwagę, a mającym również podłoże fizjologiczne jest zjawisko kontrastu równoczesnego. Istotę zjawiska można streścić następująco: luminacja i barwa rozważanego pola barwnego odczuwana przez obserwatora zależy od luminacji i barwy tła otaczającego to pole. W przypadku pól achromatycznych, co w praktyce ma miejsce w fotografii czarno-białej, odczucie luminacji pola zależne jest od luminacji tła - odczuwana luminacja przybiera wartości oddalające się od luminacji tła i tak: obserwując dwa identyczne pola szare raz na tle czarnym drugi na tle białym - rozważane pole szare na tle ciemnym wydaje się jaśniejsze niż takie samo pole na jasnym tle.

W życiu codziennym i w fotografii barwnej bardziej interesuje nas barwny kontrast równoczesny. Objawia się on tu w postaci zmiany w odczuciu barwy rozważanego pola w zależności od barwy tła, przy czym zmiany te dotyczą zarówno odcienia jak i nasycenia barwy. Występującą w takich przypadkach prawidłowością jest "oddalanie się" rozważanej barwy od barwy tła i tak np. pole niebiesko-zielone na zielonym tle sprawia wrażenie bardziej niebieskawego niż takie samo pole na niebieskim tle, przyczym w drugim przypadku wydaje się ono bardziej zielonkawe. Jeśli barwa tła jest w kolorze dopełniającym do rozważanego pola - wzrasta odczucie nasycenia rozważanej barwy, jeśli zaś tło ma barwę zbliżoną - nasycenie barwy rozważanej jest mniejsze. Mechanizm zjawiska dotychczas nie został ostatecznie wyjaśniony, w literaturze spotkać można znaczną liczbę dowodów doświadczalnych przemawiających za fizjologicznym jego podłożem, przy jednoczesnym udziale procesów korowo-mózgowych.

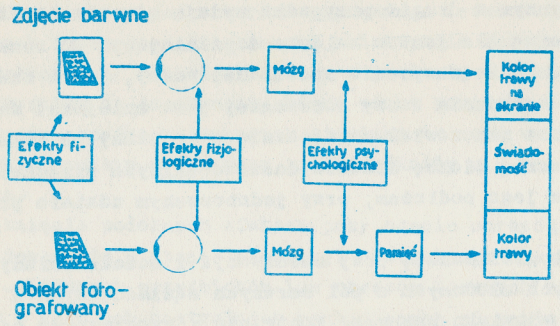
W praktyce fotograficznej, przy obserwacji i ocenie barwnych obrazów fotograficznych złożonych z pól barwnych sąsiadujących z innymi polami barwnymi, zjawisko barwnego kontrastu równoczesnego odgrywa znaczną rolę. Np, oglądając zdjęcie wystawy sklepowej, na której na różnych tłach znajdują się dwa identyczne płaszcze pomarańczowe stwierdzimy, że barwy płaszczów na obrazie różnią się, tym bardziej zaś różnica ta będzie odczuwana, im bardziej różni się ich tło i im bardziej nasycone barwy występują w tle. Podobne różnice odczujemy oglądając zdjęcie twarzy na tle błękitnego nieba i tej samej twarzy na tle ceglanej ściany. Twarz na tle nieba sprawi wrażenie bardziej opalonej. Znajomość tego zjawiska często świadomie wykorzystywana jest przez fotografików, szczególnie zaś przez malarzy.

Występowanie zjawiska barwnego kontrastu równoczesnego utrudnia porównywanie podobnych pól barwnych oddalonych od siebie, przedzielonych innymi polami barwnymi. Aby dokonać porównania i oceny należy wyodrębnić rozważane pola od barw otoczenia np. przez nałożenie kartek białego, szarego lub czarnego papieru z otworami, przez które widać tylko te pola. Tego rodzaju kartki zwane "okularami" są często stosowane w drukarstwie dla oceny barwy powierzchni aktualnie drukowanych określoną farbą na arkuszu, na który uprzednio naniesione zostały inne farby.

Omówione wyżej zjawiska występujące w odbieraniu wrażeń barwnych, mające podłoże fizjologiczne nie są jedynymi, które biorą udział w parcepowaniu barw. Rozważając fotograficzną reprodukcję przedmiotów barwnych i jakość tej reprodukcji wyróżnić można trzy zasadnicze aspekty tej reprodukcji, mianowicie:

- aspekt fizyczny
- aspekt kolorymetryczny /fizjologiczny/
- aspekt psychologiczny.

Ilustracją czynników wpływających na ocenę reprodukcji barw jest schemat blokowy na rys. 5.



Rys. 5. Schemat blokowy widzenia.

Mówiąc o aspekcie fizycznym rozpatrzyć należy spektralne właściwości oryginału barwnego i jego obrazu fotograficznego. W idealnym przypadku krzywe spektralnej transmisji lub reemisji porównywalnych pól barwnych byłyby identyczne. Istnieją możliwości zrealizowania takiego warunku obiektywnymi metodami fizycznymi. W typowych metodach fotografii barwnej warunek ten nie jest jednak spełniony, gdyż nie ma takiej konieczności ze względu na możliwość zastąpienia barw fotograficznych przedmiotów barwami metamerycznymi, o odmiennych właściwościach spektralnych. W metodach sub-traktywnych fotografii barwnej właściwości spektralne pól barwnych obrazu fotograficznego zależą wyłącznie od właściwości spektralnych barwników tworzących obraz fotograficzny. Realizacja warunku idealnej reprodukcji barw pod względem fizycznym przedstawiałaby bardzo poważne trudności, a osiągnięcie celu nie dałoby innych korzyści poza tą, że oryginał i jego obraz byłby przy bezpośrednim porównywaniu identyczne dla obserwatora w każdych warunkach oświetlenia. Warto jednak zauważyć, że metody maskowania w fotografii trójbarwnej oparte są na rozumowaniu prowadzącym do reprodukcji doskonałej fizycznie i stanowią do niej pewne przybliżenie.

Znacznie poważniejszą rolę w ocenie reprodukcji barw odgrywa jej aspekt kolorymetryczny. Tutaj o reprodukcji doskonałej mowa może być w przypadku, kiedy barwy oryginału i obrazu fotograficznego w określonych warunkach ich porównywania są dla oka nierozróżnialne /metamery/. Pamiętać jednak należy, że w kolorymetrii porównywanie barw odbywa się w oderwaniu od barwnego tła /na czarnym tle/, natomiast w praktyce oceniamy złożone pola barwne. Zjawiska będące przedmiotem rozważań referatu, szczególnie występowanie barwnego kontrastu równoczesnego i powidoków, nakładają się na wrażenia kolorymetryczne. W praktycznych metodach fotografii barwnej warunek zgodności kolorymetrycznej oryginału i jego obrazu jest częstokroć spełniony, a ewentualne odchylenia od reprodukcji doskonałej pod tym względem są mierzalne metodami kolorymetrycznymi i stanowią jedyną obiektywną miarę jakości metod i wyrobów poszczególnych firm produkujących materiały światłoczułe do fotografii barwnej.

Trzecią grupą czynników odgrywających rolę w ocenie fotograficznej reprodukcji barw, są czynniki psychologiczne. Jeśli reprodukcja przedmiotów barwnych, np. odbitka fotograficzna czy barwna projekcja filmowa sprawiają na widzu wrażenie w pełni zgodne z obrazami pamięciowymi przedstawianych przedmiotów, mówić możemy o reprodukcji doskonałej psychologicznie. Ten aspekt w praktyce fotograficznej jest najważniejszy, obrazy fotograficzne najczęściej oglądane są w oderwaniu od oryginału. Akt kojarzenia i oceny zachodzi w wyższych stopniach układu nerwowego, choć oko i przedstawione wyżej zjawiska fizjologiczne występujące w percepcji barw odgrywają bardzo ważną rolę pośrednią.

Literatura związana z tematem:

1. F.H.Adler, Fizjologia oka /tłum. z ang./, PZWL, W-wa 1968, str. 593-613, 803-828.
2. E.G.Walsh, Fizjologia układu nerwowego /tłum. z ang./, PZWL, W-wa 1966, str. 296-366.
3. A.Zausznica, Nauka o barwie, PWN, W-wa 1959, str. 197-309.
4. R.W.Hunt, The reproduction od color, Fountain Press, London 1957, str. 23-28, 50-61.
5. R.M.Evans, An introduction to color, J.Wiley & Sons, N.York 1948, str. 95-185.
6. The science of color, T.Y.Crowell Comp., N.York 1953, str. 67-98.
7. M.H.Pirenne, Vision and the eye, Chapman and Hall Lim., London 1967
8. B.Townsend, Brit.Journ. of Photi, 116, No 5663, str. 104-110.
9. D.B.Judd, G.Wyszecki, Color in Business, Science and industry, J.Wiley & Sons, N.York, 1975.

Władysław Markocki

ODSTĘPSTWA HALOGENOSREBROWYCH WARSTW FOTOGRAFICZNYCH OD PRAWA BUNSENA I ROSCOEGO, ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM MATERIAŁÓW BARWNYCH

Reakcje fotochemiczne spełniają prawo odwrotnej proporcjonalności sformułowane przez Bunsena i Roscoe'go [1]. Brzmi ono: Ilość produktów reakcji fotochemicznej /m/ jest stała dla danego układu fotochemicznego, jeśli zostaje zachowany stały iloczyn natężenia oświetlenia /I/ i czasu jego działania /t/ na układ:

$$/ I.t /_{const} = / m /_{const.} \qquad /1/$$

Ilość wytworzonego produktu reakcji fotochemicznej nie zależy natomiast od każdej z osobna wartości I i t. Zmieniając zatem odwrotnie proporcjonalnie wartości I i t ich iloczyn pozostaje stały jak też i efekt danej reakcji fotochemicznej. Stąd wynikła nazwa tego prawa "prawo odwrotnej proporcjonalności". Jest na przykład obojętne czy układ fotochemiczny naświetlany zostanie 1 sekundę /s/ przy natężeniu oświetlenia 100 luksów /lx/ czy też 100 s przy natężeniu oświetlenia równym 1 lx, w obu przypadkach iloczyn s. t ma tę samą wartość i otrzymamy tę samą ilość produktu reakcji.

Równanie /1/ zachowuje swą ważność jedynie w tych przypadkach, gdy

reakcji fotochemicznej nie towarzyszą reakcje wtórne, zachodzące już bez udziału energii świetlnej.

Już bardzo dawno [2] stwierdzono, że halogenosrebrowe warstwy fotograficzne nie spełniają warunku wyrażonego równaniem /1/ i że odstępstwa od niego mają istotne znaczenie dla praktyki fotograficznej. Najwyższą światłoczułość wykazują one zazwyczaj dla czasów ekspozycji leżących, w zależności od rodzaju materiału światłoczułego, w zakresie 1/100 - 10 s, natomiast jest ona niższa zarówno dla ekspozycji krótszych jak i dłuższych.

Ilościowo odstępstwa warstw fotograficznych od prawa Bunsena i Roscoe'go /B-R/ przedstawia się zazwyczaj w postaci krzywych wyrażających zależność wielkości naświetlenia potrzebnego do uzyskania na danym materiale światłoczułym /po jego obróbce chemicznej/ określonego zaczernienia /gęstości optycznej D/ w zależności od czasu trwania ekspozycji. Krzywą taką nazywamy izoopaką /krzywa odpowiadająca równej gęstości optycznej warstwy/. Taka przykładowa krzywa przedstawiona jest na rys. 1. Najwyższą czułość wykazuje ten materiał dla czasu ekspozycji około 0,03 s /punkt A - minimum krzywej/. Dla uzyskania gęstości optycznej D = 1 potrzebne jest w tym przypadku naświetlenie /I.t = H/ o wartości H = 0,3 lx.s. Dla czasów ekspozycji krótszych od 0,03 s czułość tego materiału maleje /krzywa się wznosi/ i dla 0,00001 s do uzyskania tej samej gęstości potrzebne jest już naświetlenie 1 lx s, a więc przeszło 3 razy większe /punkt B na krzywej/. Również dla dłuższych niż 0,03 s naświetleń krzywa wznosi się /czułość materiału maleje/ i dla czasu trwania ekspozycji 1000 s dla uzyskania D = 1 potrzebne jest już naświetlenie ok. 5 lx.s, czułość zatem przykładowego materiału zmalała około 15-krotnie w stosunku do optymalnego czasu ekspozycji /0,03 s/. Dla czasów ekspozycji krótszych niż 0,00001 s krzywa wykazuje przebieg poziomy, prawo B-R zostaje spełnione.

Krzywa na rys. 1 jest, jak to już wspomniano, krzywą przykładową, różne materiały wykazują jednak różny przebieg krzywych, chociaż zazwyczaj zachowany zostaje ogólny ich charakter. Przede wszystkim przesuwać się może położenie punktu A względem osi odciętych, odpowiadającego maksimum czułości materiału, i to w szerokich granicach czasu ekspozycji, nawet od 0,0001 do ponad 10 s.

Kształt izoopak zależny jest od wielu czynników: podstawowego składu kryształów halogenków srebra, tworzących daną emulsję /jodek, bromek lub chlorek srebra, oraz kryształy mieszane np. bromek + jodek srebra, chlorek + bromek srebra itp./, od ich średniej wielkości oraz

dyspersji ich wielkości, sposobu uczulenia emulsji, składu wywoływacza i warunków wywoływania, temperatury w której materiał został naświetlony itd.

W piśmiennictwie fachowym najczęściej uwzględnia się tylko ten jeden aspekt odstępstw materiałów fotograficznych od prawa B-R, to znaczy zmiany czułości występujące przy zmianie czasu ekspozycji. W rzeczywistości zmiany właściwości światłoczułych materiałów fotograficznych przy zmianie czasu ekspozycji są znacznie głębsze i dotyczą również gradacji jak i kinetyki wywoływania warstw fotograficznych. Wynika to z faktu, iż gradacja emulsji fotograficznej /kształt krzywej charakterystycznej wyrażający zależność gęstości optycznej danej warstwy po jej wywołaniu od logarytmu jej naświetlenia - D = f/log I.t/ jest statystyczną funkcją właściwości wszystkich kryształów tworzących daną warstwę światłoczułą. Kryształy te stanowią w zasadzie niezależne od siebie elementy światłoczułe emulsji i właściwości jednych kryształów nie są zależne od innych. Jeśli różnią się one między sobą przebiegiem odstępstw od prawa B-R, a ma to zawsze miejsce, ze zmianą czasu ekspozycji materiału muszą wystąpić zmiana gradacji emulsji, wyrażające się przede wszystkim zmianami kontrastowości /zmianami kąta nachylenia do osi naświetleń krzywej charakterystycznej/. W skrajnych przypadkach stwierdziłem, że pewien handlowy papier bromosrebrowy o dobrej czerni /D_{max} = 2,0/ i o nominalnej gradacji twardej przy stosowaniu ekspozycji rzędu sekund, w przypadku ekspozycji trwającej 0,001 s dawał tylko nieznaczne zaczernienie maksymalne /$D_{max} \sim 0,3$/, przy bardzo płaskim przebiegu krzywej, był zatem całkiem nieużyteczny.

Z drugiej strony nie trudno jest sporządzić materiał, który będzie wykazywał odwrotną charakterystykę, mianowicie wysoką kontrastowość dla krótkotrwałych ekspozycji, a będzie nieprzydatny do normalnych zastosowań w przypadku naświetleń sekundowych.

Występujące efekty dają się pięknie interpretować w oparciu o teorię tworzenia się obrazu utajonego [3], a z drugiej strony badanie właściwości materiałów z punktu widzenia ich odstępstw od prawa B-R w znacznym stopniu przyczyniło się do postępu tej teorii.

Brak czasu nie pozwala mi jednak na bliższe wejście w te bardzo interesujące zagadnienia. Mogę tylko zaznaczyć, że spadek czułości dla długotrwałych naświetleń wynika z ograniczonej trwałości wstępnych stadiów tworzenia się centrów obrazu utajonego, a dla krótkich ze zbyt małej ruchliwości międzycząsteczkowych jonów srebrowych, biorących udział w tworzeniu ich centrów.

W praktyce efekty związane z odstępstwami od prawa B-R nie są tak

duże jak w przypadku przytoczonych przykładów, bowiem producenci materiałów światłoczułych starają się tak ustawić warunki ich produkcji, aby były one jak najmniejsze. Dla szerszych zakresów czasu ekspozycji nie udaje się jednak usunąć ich całkowicie i mogą one być jak zobaczymy później znaczne. Pamiętajmy, że czas ekspozycji obejmuje w praktyce wiele rzędów wielkości /~18/. Od najkrótszych ekspozycji mających miejsce w fotografii korpuskularnej /rejestracja w emulsji śladów szybkich cząstek jonizujących np. cząstek α, protonów, elektronów, mezonów/ i rentgenowskiej bez użycia solnych folii wzmacniających /t ~ 10^{-14} s/, poprzez ultraszybką kinematografię /t ~ 10^{-6} s/ do zdjęć astronomicznych i widm Ramana /ekspozycje liczone w godzinach/. Z tych względów producenci ograniczają niekiedy zastosowanie określonego materiału do określonego zakresu czasów ekspozycji. [4] W przypadku fotografii barwnej szczególną rolę odgrywają nie tyle zmiany czułości poszczególnych warstw emulsji materiałów wielowarstwowych zachodzące przy zmianie czasu ekspozycji, ale przede wszystkim towarzyszące im zmiany gradacji.

Po tym wstępie dotyczącym najogólniejszych informacji odnoszących się do odstępstw halogenosrebrowych materiałów fotograficznych od prawa B-R przejdę do właściwego zadania, mianowicie omówienia roli jaką te odstępstwa odgrywają w fotografii barwnej, opartej na wielowarstwowych materiałach z zastosowaniem wywoływania barwnego.

Jak wszystkim Państwu zapewne wiadomo materiały te opierają się na sub-traktywnej syntezie barw, polegającej na nakładaniu na siebie trzech obrazów barwnikowych, z których to barwników każdy pochłania jeden tylko z podstawowych zakresów widma: barwnik żółty pochłania promieniowanie niebieskie, barwnik purpurowy zielone, a niebiesko - zielony czerwone. Przez nałożenie na siebie w odpowiednich ilościach tych trzech barwników uzyskujemy w zasadzie wszystkie barwy, zgodnie z teorią trójparametrowego widzenia sformułowaną przez T.Younga.

Materiał fotograficzny oparty o tę zasadę, jak Państwo zapewne wiecie, zawiera nałożone na siebie trzy warstwy emulsji mianowicie [5]

- emulsji czułej na promienie niebieskie, w której w czasie wywoływania barwnego powstaje barwnik żółty,
- emulsji czułej na promieniowanie zielone, w której powstaje barwnik purpurowy,
- i emulsji czułej na promieniowanie czerwone, w której powstaje barwnik niebiesko-zielony.

Jednym z podstawowych warunków prawidłowego oddania barw w skali szarej jest ten, aby krzywe charakterystyczne tych trzech warstw

barwnikowych pokrywały się, jak to przedstawiono schematycznie na rys. 2 /jest to pewne uproszczenie, ważne w przypadku idealnych krzywych absorpcji barwników/. Oznacza to, że dla promieniowania określonego źródła światła i danego czasu ekspozycji efektywne czułości poszczególnych warstw, jak i kontrastowość powinny być takie same. W tym przypadku skala szara w całym swym zakresie będzie odtworzona jako neutralna /bez odcienia barwnego/ i poszczególne barwy zostaną zreprodukowane właściwie bez użycia filtrów korekcyjnych przy kopiowaniu, jeśli negatyw barwny jest prawidłowy. Jeśli właściwości wszystkich trzech emulsji nie zmieniałby się wraz ze zmianą czasu ekspozycji byłby to materiał pod omawianym względem idealny i w praktyce tylko niektóre materiały mogą się do niego zbliżać, sporządzanie bowiem emulsji, które dla szerszego zakresu ekspozycji nie wykazywałyby odstępstw od prawa B-R jest bardzo trudne, a nawet można przyjąć, że nie możliwe.

W przypadku papierów do uzyskiwania barwnych pozytywów z barwnych negatywów możemy je z punktu widzenia odstępstw od prawa B-R podzielić na następujące grupy:

1. Materiały, w przypadku których wraz ze zmianą czasu naświetlenia w interesującym nas przedziale czasów naświetleń nie następują istotne zmiany czułości i gradacji poszczególnych warstw światłoczułych. Prawidłowy czas naświetlania rejestrowanego obrazu na takim materiale zmienia się odwrotnie proporcjonalnie do jego jasności /a więc w przypadku powiększania odwrotnie proporcjonalnie do wielkości powierzchni obrazu/, a filtry korekcyjne i kontrastowość uzyskanych kopii nie ulegają zmianie wraz ze zmianą czasu naświetlenia. Jest to oczywiście przypadek idealny, bardzo trudny do praktycznej realizacji.

2. Materiały, w przypadku których wraz ze zmianą czasu naświetlenia czułość poszczególnych warstw ulega wprawdzie zmianom, lecz w sposób identyczny, przy czym występują jednak żadne zmiany ich gradacji. W tym przypadku bez znajomości odstępstw od prawa Bunsena i Roscoe'go nie możemy przewidzieć zmian czasu naświetlenia przy zmianie jasności rejestrowanego obrazu, jednak nie jest potrzebna zmiana filtrów korekcyjnych i uzyskany obraz jest identyczny pod względem oddania barw i kontrastowości dla wszystkich czasów naświetlenia.

3. Poszczególne warstwy światłoczułe wykazują różny przebieg zmian czułości, lecz nie wykazują zmian gradacji przy różnych czasach naświetlenia. Uzyskanie identycznych obrazów jest możliwe przy

różnych czasach naświetlenia, musi się jednak zmieniać zarówno filtry korekcyjne, jak i naświetlenie z uwzględnieniem zmienionej absorpcji filtrów.

4. Materiały wykazujące wraz ze zmianą czasu ekspozycji różne zmiany czułości poszczególnych warstw jak i ich kontrastowości te ostatnie jednak są zbliżone do siebie. W tym przypadku stosując odpowiednie filtry korekcyjne, różne dla różnych czasów ekspozycji, można uzyskać prawidłowe oddanie barw dla różnych czasów naświetlania, lecz uzyskane obrazy będą się różniły kontrastowością.

5. Niezależnie od zmian czułości poszczególnych warstw światłoczułych występują przy zmianach czasu ekspozycji różne dla różnych warstw zmiany ich gradacji, przy czym istnieje ograniczony zakres czasów naświetlania dla którego kontrastowość wszystkich trzech warstw jest dobrze zbalansowana. W tym przypadku uzyskanie prawidłowej kopii możliwe jest tylko w określonym zakresie czasów naświetlania przy zastosowaniu odpowiednich filtrów korekcyjnych i odpowiedniej jasności rejestrowanego obrazu.

6. Niezależnie od zmian czułości poszczególnych warstw światłoczułych występują zmiany ich kontrastowości, przy czym nie istnieje czas naświetlenia, dla którego materiał mógłby być zbalansowany dla całej skali zaczernień.

Na tego rodzaju materiale nie można metodą subtraktywną uzyskać prawidłowej kopii. Stosując jednak addytywną metodę kopiowania, to znaczy naświetlając obraz kolejno pod filtrem niebieskim, zielonym i czerwonym możemy swobodniej dysponować kontrastowością poszczególnych warstw światłoczułych zmieniając odpowiednio czas ich naświetlania. Jest to jednak postępowanie bardzo żmudne.

Przypatrzmy się teraz jak przedstawiają się z omawianego punktu widzenia przykłady konkretnych, handlowych papierów barwnych, zarówno produkcji krajowej jak i trzech czołowych firm światowych. Są to wyniki pomiarów przeprowadzonych swego czasu wspólnie z mgr M.Borzychem i opublikowanych w materiałach z Międzynarodowego Kongresu Fotografii Naukowej w Paryżu oraz w Chemii Stosowanej [6].

Wyniki pomiarów przedstawiono graficznie na rys. 3-6. Każdy z rysunków dotyczy określonego materiału. Dla każdej z trzech warstw światłoczułych badanych materiałów wyznaczono po trzy izopaki odpowiadające odpowiednio wartości gęstości optycznej 0,5, 1,0 i 1,5. Warstwie niebiesko czułej dającej obraz żółty /Ż/ odpowiadają wykresy oznaczone u góry literą **n**, warstwie zielonoczułej, dającej obraz pur-

powy /P/ odpowiadają wykresy oznaczone literą b a warstwie czerwonoczułej, dającej obraz niebieskozielony /Nz/ wykresy oznaczone literą g. Na wykresach oznaczonych literą d zestawiono izoopaki wszystkich trzech warstw dotyczące gęstości optycznej D = 1, tak aby lepiej uwidocznić różnice wykazywanych przez nie odstępstw od prawa B-R. Na rysunkach oznaczonych literą g zestawiono, dla wszystkich trzech warstw zależność wartości średnich gradientów krzywych charakterystycznych pomiędzy punktami D = 0,5 i D = 1,5 /będących miarą kontrastowości danej warstwy/ od czasu trwania ekspozycji. Wszystkie pomiary wykonano dla zakresu ekspozycji od 0,1 s do 316 s.

Idealnemu przypadkowi /całkowitemu brakowi wpływu odstępstw od prawa B-R/ odpowiadałby oczywiście prostoliniowy, poziomy przebieg krzywych przedstawionych na rysunkach: a, b, g, d i g. Do tego ideału zbliża się materiał nr 1, któremu odpowiada rys. 3, dotyczy to jednak tylko czasów naświetleń dłuższych od około 3 s. Dla czasów krótszych od 3 s przebieg krzywych dla warstwy purpurowej wyraźnie już odbiega od krzywych warstw żółtej i niebiesko-zielonej. Materiał nr 2 /rys. 4/ wykazuje niewielkie i podobne zmiany czułości wszystkich warstw dla czasów ekspozycji do około 100 s /Rys. 4 d/ jednak warstwa purpurowa staje się dla czasów ekspozycji powyżej 3 s znacznie bardziej kontrastowa od pozostałych.

W przypadku materiału nr 3 /Rys. 5/ przebieg zmian czułości w zależności od czasu ekspozycji jest dla każdej warstwy inny. O ile dla warstwy żółtej czułość przy przedłużaniu czasu ekspozycji stale spada to dla warstwy purpurowej początkowo aż dziesięciokrotnie rośnie a dopiero dla czasów dłuższych niż 30 s ponownie spada. Również zmiany kontrastowości warstw w zależności od czasu ekspozycji nie są równoległe.

Podobnie w przypadku materiału nr 4 /Rys. 6/ zmiany zarówno czułości jak i kontrastowości poszczególnych warstw w funkcji czasu ekspozycji nie są równoległe jednak nie tak drastyczne jak w poprzednim materiale, niemniej są zupełnie wyraźne co musi znaleźć swój wyraz przy praktycznym ich zastosowaniu. Oczywiście spełnienie przez dany materiał barwny wymagań wynikających z odstępstw od prawa B-R nie dowodzi, iż jest on nienaganny, zależne jest to bowiem od wielu innych jeszcze warunków. Nie spełnienie ich utrudnia lub nawet uniemożliwia uzyskanie prawidłowych wyników.

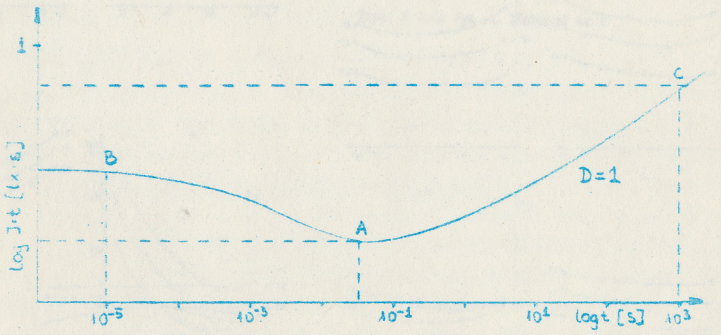
Przedstawione uwagi i pomiary świadczą, iż zjawiska występujące w halogenosrebrowych warstwach fotograficznych w związku z istnieniem w nich odstępstw od prawa B-R są bardzo złożone i trudne do opanowania

przez producentów materiałów fotograficznych, przede wszystkim barwnych. Znajomość ich daje również pewne praktyczne informacje użytkownikom tych materiałów.

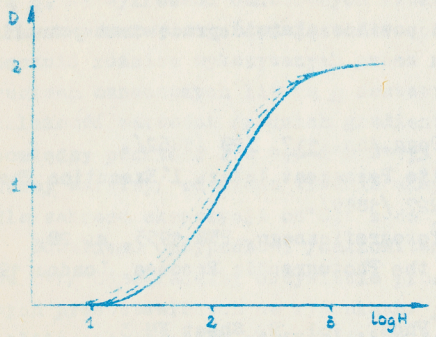
Zrozumienie tych zagadnień powinno ułatwić pracę oraz pozwolić na uzyskanie lepszych wyników.

Piśmiennictwo cytowane

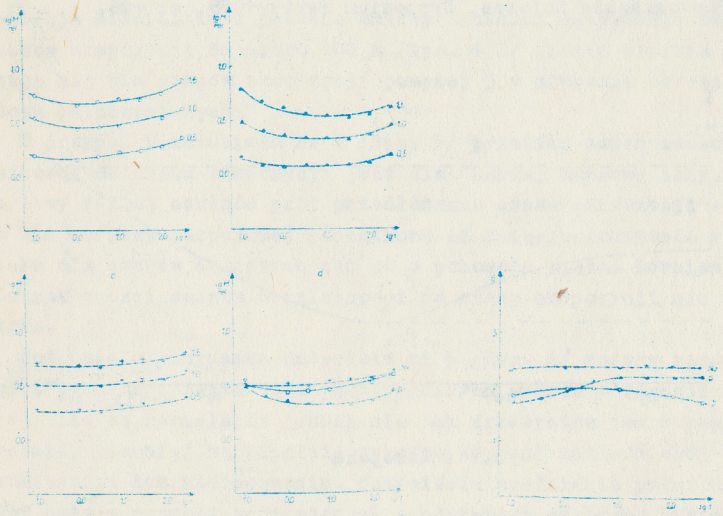
[1] R.W.Bunsen, H.E.Roscoe, Pogg.Ann. 117, 529 /1862/.
[2] J.Scheiner, Bull, du Comite Permanent Inter. l'Execution Photogr. de la Carte du Ciel. 1, 227 /1889/.
[3] W.Romer, Teoria procesu fotograficznego, PWN 1955, s. 28, T.H.James, The Theory of the Photographic Process, London 1966, s. 87.
[4] Kodak Data Book of Appl. Phot., Vol. 5, Sheet FM 3.
[5] W.Markocki, Chemia organiczna procesu fotograficznego, PWN 1958, s. 170.
[6] W.Markocki, M.Borzych, Chemia Stosowana 2 A, 159 /1966/. Photographic Science, Symposium Paris 1965, s. 426.



Rys. 1. Izoopaka

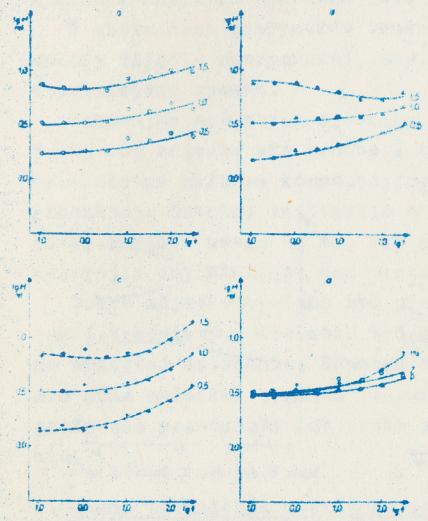


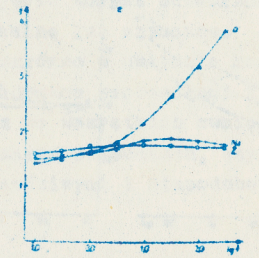
Rys. 2. Krzywe charakterystyczne materiału barwnego.



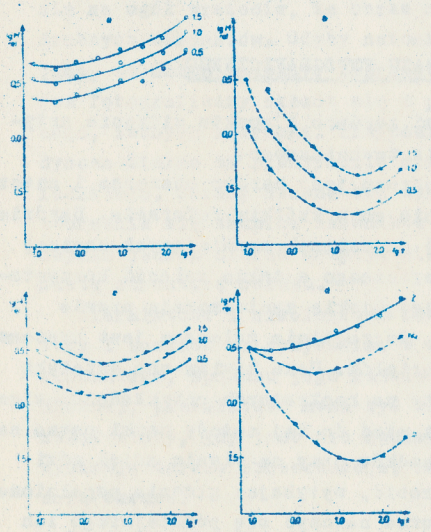
Rys. 3 Odstępstwa od prawa odwrotnej proporcjonalności wielowarstwowego papieru do fotografii barwnej. Materiał nr 1.

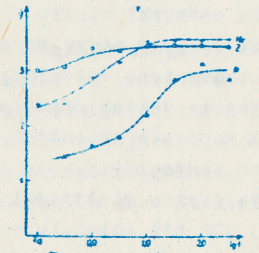
Rys. 1a – warstwa żółta, b – purpurowa, c – niebiesko-zielona. Liczby przy krzywych podają gęstości $G_i(j)$ - czne odpowiadające poszczególnym izopakom. Na rys. 1d zestawiono izopaki dla $j = 1$ wszystkich trzech warstw ($Ż$ – żółta, P – purpurowa, N_Z – niebiesko zielona). Rys. 1e podaje zależność średniego gradientu krzywych charakterystycznych poszczególnych warstw od długości czasu naświetlenia.



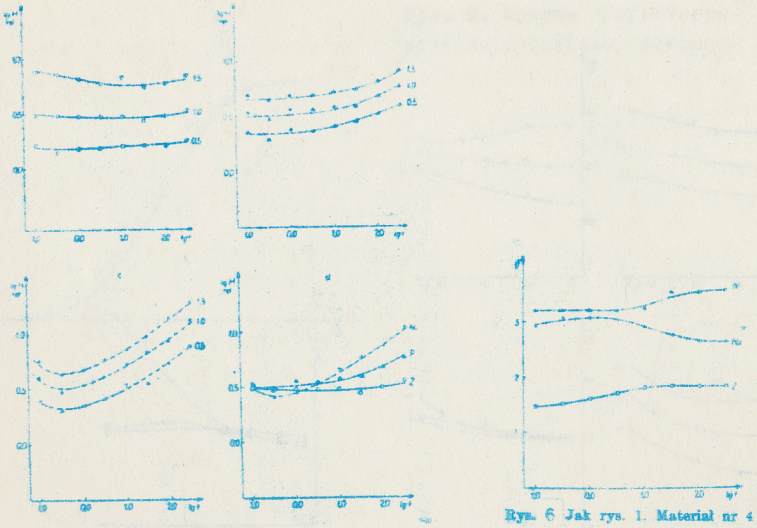


Rys. 4 Jak rys. 1. Materiał nr 2





Rys. 5 Jak rys. 1. Materiał nr 3



Rys. 6 Jak rys. 1. Materiał nr 4

Andrzej Kotecki

OCENA JAKOŚCI OBRAZU FOTOGRAFICZNEGO

Obraz fotograficzny można oceniać zarówno z punktu widzenia artystycznego, jak też z punktu widzenia technicznego.

Zagadnienie oceny artystycznej obrazu jest bardzo obszerne i znacznie przekracza możliwości wyczerpania go w krótkim referacie. Bardziej wnikliwego fotografa należy odesłać do książek omawiających szerzej zagadnienie estetyki obrazu fotograficznego a także zalecić korzystanie z kącików oceny nadsyłanych zdjęć, jakie zamieszczają prawie wszystkie czasopisma fotograficzne. Szczególnie zalecane jest systematyczne czytanie takich właśnie materiałów. Uczą bowiem one estetyki fotografii w sposób zwięzły i oparty na konkretnych przykładach, więc dzięki temu skuteczny. Można jednak mieć do tej metody nauki pewne zastrzeżenia, gdyż w większości przypadków przy omawianiu zdjęć mówi się o tym, jak nie należałoby ich robić, wytykając głównie popełnione błędy. Jednak właśnie na błędach można nauczyć się późniejszego ich unikania w praktyce. Zresztą na ogół, oceniając obraz fotograficzny z

artystycznego punktu widzenia, rzadko mamy do czynienia ze zdjęciem w którym wszystko wykonane jest idealnie.

W większości przypadków trudno jest dać jednoznaczną receptę, jak należy zdjęcie skomponować, aby oddziaływało ono na widza w najkorzystniejszy sposób.

Dokonując artystycznej oceny należy zwrócić uwagę nie tylko na fakt, czy zdjęcie się podoba i czy jest ono prawidłowym lub też nieprawidłowym układem kompozycyjnym, ale przede wszystkim na to, czy przekazuje istotne informacje o fotografowanym przedmiocie. Należy dalej zwrócić uwagę na to, czy na zdjęciu został odtworzony właściwy nastrój i czy nie jest ono pretensjonalne lub sztuczne.

Dobre zdjęcie powinno być proste zarówno w układzie kompozycyjnym, jak i treściowym. Nie może być przeładowane szczegółami i nie powinno wyglądać sztucznie. Również retusz we wszystkich swoich odmianach nie może zmieniać wyglądu fotografowanego przedmiotu, czyniąc fotografowane przedmioty lub osoby nieprawdziwymi i niepodobnymi do siebie.

1. Ocena techniczna obrazu fotograficznego

1.1. Struktura wywołanego obrazu fotograficznego

Oglądając dowolny fotogram z odpowiednio dużej odległości odnosi się na ogół wrażenie, że obraz na nim jest ciągły i nie składa się z drobnych elementów. Gdyby natomiast obejrzeć go przez szkło powiększające, to można zauważyć ziarnistą strukturę obrazu. Czarno-biały obraz fotograficzny składa się z pojedynczych skupisk srebra metalicznego, zwanych ziarnami. Przypominają one kłębki ciemnych nici. Pojedyncze ziarna są praktycznie niedostrzegalne dla nieuzbrojonego oka ludzkiego. Obrazy barwne też wykazują ziarnistość, wynikającą z faktu tworzenia się skupisk barwników wokół kryształów halogenków srebra. Zwykle jednak ziarna grupują się w większe zespoły, które tworzą ziarnistą strukturę obrazu.

Ziarnistość i nieciągłość obrazu fotograficznego wynika z jego natury i sposobu otrzymywania. W zależności od rodzaju materiału światłoczułego, sposobu jego naświetlania, naświetlenia i obróbki chemicznej, ziarnistość może być większa lub mniejsza, jednak istnieje nawet wtedy, gdy jest dla naszego oka niedostrzegalna. Z tego faktu wynikają dalsze konsekwencje, związane np. z rozdzielczością i ostrością obrazu.

1.2. Szczegóły obrazu

Przy określaniu cech obrazu fotograficznego przydatne jest poję-

cie szczegółu obrazu. Szczegółem obrazu nazywa się element, który subiektywnie można odróżnić od otoczenia. Można go również odróżnić obiektywnie, czym zajmuje się sensytometria.

Nie można określić dokładnie wielkości szczegółów. Jako szczegół obrazu można np. uznać niewielką czarną kropkę na jasnej płaszczyźnie, jednak może być nim również znacznie większa powierzchnia pod warunkiem, że będzie posiadała jednakowe zaczernienie. Subiektywnie oceniając obraz fotograficzny przedmiotu widać, że składa się on z bardzo dużej ilości szczegółów, tzn. elementów różniących się między sobą kształtem, wielkością, luminacją oraz dodatkowo barwą. Tej ostatniej cechy nie rozróżnia się co prawda w obrazie czarno-białym.

W ocenie jakości technicznej obrazu fotograficznego rozpatruje się jak zostały zreprodukowane szczegóły przedmiotu w ostatecznym obrazie pozytywnym. Do przeprowadzenia obiektywnej oceny jakości reprodukcji szczegółów obrazu potrzebne są odpowiednie przyrządy pomiarowe, którymi jednak dysponują tylko dobrze wyposażone laboratoria sensytometryczne.

W praktyce fotograficznej wizualnie przeprowadza się ocenę subiektywną.

1.3. Cechy techniczne obrazu podlegającego ocenie wizualnej

Oceniając pod względem technicznym obraz fotograficzny należy rozpatrzyć następujące jego cechy:

1/ ostrość obrazu,
2/ ziarnistość obrazu,
3/ kontrast maksymalny obrazu,
4/ reprodukcję szczegółów obrazu w cieniach,
5/ reprodukcję szczegółów obrazu w światłach,
6/ reprodukcję barw,
7/ dominantę,
8/ zadymienie obrazu,
9/ uszkodzenia mechaniczne i jakość wykonanego retuszu.

1.4. Rodzaj i ilość informacji zawartych w obrazie fotograficznym

W większości przypadków, fotografując przedmiot dąży się do odtworzenia w obrazie jak największej ilości szczegółów. Ideałem byłoby odtworzenie na obrazie tych wszystkich szczegółów, które posiada fotografowany przedmiot. Jest to jednak niemożliwe, gdyż w przebiegu fotograficznego procesu negatywowo-pozytywowego lub odwracalnego część szczegółów obrazu ulega zagubieniu. Na gotowym obrazie fotograficznym występuje co prawda bardzo duża, lecz jednak ograniczona liczba zreprodukowanych szczegółów.

Obraz fotograficzny formatu znormalizowanej pocztówki, a więc 10,5 x 14,8 cm ogląda się najczęściej z odległości dobrego widzenia, a więc około 25-30 cm. Z odległości 34 cm wszystkie elementy, których wzajemne odległości są mniejsze niż 0,1 mm nie dają się wzrokowo odróżnić od siebie. Praktycznie rzecz biorąc, jeśli elementy obrazu znajdują się w odległości mniejszej niż 0,1 mm, to niezależnie od ich ilości obserwując je nieuzbrojonym okiem, widać wszystkie jako jeden szczegół. Można więc przyjąć, że najmniejsze szczegóły mają średnicę około 0,1 mm. Całą powierzchnię oglądanej pocztówki można podzielić na pola o boku 0,1 mm, przy czym otrzyma się 1050 x 1480 = 1 559 000 szczegółów. Jest to maksymalna liczba informacji o elementach powierzchni, którą można przekazać na obrazie fotograficznym formatu pocztówki, podczas oglądania okiem nieuzbrojonym z odległości około 34 cm.

W praktyce nigdy nie wykorzystuje się w pełni tych możliwości, i obrazy w tym formacie zawierają znacznie mniejszą liczbę szczegółów.

Fotografowane przedmioty posiadają stosunkowo dużo powierzchni o jednakowej luminancji. Jeśli wziąć pod uwagę zdolność do odróżniania różnic luminancji, czyli lokalnych kontrastów subiektywnych i odcieni barw w obrazie, to liczba przenoszonych informacji wzrośnie kilkadziesiąt razy. Na tym polega wyższość fotografii barwnej nad fotografią czarno-białą.

W niektórych przypadkach celowe jest zmniejszenie liczby informacji w obrazie np. aby zgubić zmarszczki na twarzy fotografowanej osoby.

Liczbę informacji w obrazie można dowolnie zmniejszać, jednak tylko do granicy zapewniającej możliwość zidentyfikowania przedmiotu zdjęcia.

Liczba informacji, którą może w ogóle przenieść obraz fotograficzny jest znacznie większa, bowiem zależy od zdolności rozdzielczej obiektywu i materiału fotograficznego, a nie od nieuzbrojonego oka ludzkiego. Wyznacza się ją za pomocą zdolności rozdzielczej lub dokładniej - za pomocą funkcji przenoszenia modulacji układu obiektyw warstwa światłoczuła. Określenie wspomnianych cech wymaga jednak zastosowania metod pomiarowych. W praktyce fotograficznej można ograniczyć się do subiektywnej metody oceny jakości obrazu, określając np. że jego rozdzielczość jest duża lub mała. Naturalnie określenie takie jest względne, gdyż oparte jest na subiektywnym odczuciu obserwatora. Na liczbę informacji w obrazie fotograficznym mają wpływ warunki

naświetlania i obróbki zarówno negatywu jak i pozytywu.

2. Ostrość obrazu jako najważniejsza cecha techniczna

W subiektywnej ocenie jakości technicznej obrazu fotograficznego najważniejszą cechą jest jego ostrość. Chodzi praktycznie o to, aby wszystkie kontury na obrazie były wyraźne, gdyż tylko w takim przypadku można właściwie odebrać treść obrazu. Obecnie ostrość określa się jako właściwość reprodukowania obrazu doskonale równego i gładkiego konturu /np. ostrza noża skopiowanego w doskonałym styku z warstwą światłoczułą/. Ostrość /akutancja/ jest określana jako ocena stromości spadku gęstości optycznej, w obrazie doskonale równego konturu przedmiotu. Jeśli strefa półcienia na obrazie jest mała to ostrość jest duża.

Subiektywnie uznaje się obrazy za ostre jeśli krążki rozproszenia nie przekraczają dopuszczalnej wielkości i nie są wizualnie zauważalne.

Ostrość obrazu, a także i inne jego cechy uzależnione są od przebiegu całego procesu fotograficznego, a w szczególności od:

1/ niezbieżności obrazu optycznego i wielkości powstałych krążków rozproszenia,
2/ ruchu obrazu fotograficznego przedmiotu podczas naświetlania materiału światłoczułego,
3/ wielkości naświetlenia i rozproszenia światła w warstwach światłoczułych,
4/ zdolności rozdzielczej materiału światłoczułego,
5/ kontrastowości do jakiej wywołano materiał,
6/ warunków kopiowania,
7/ warunków obserwacji obrazu.

Biorąc pod uwagę geometryczne warunki powstawania obrazu optycznego w aparacie fotograficznym można powiedzieć, że ostre obrazy otrzymuje się wtedy, gdy spełniony zostanie wzór soczewkowy, tzn. gdy dla danej odległości ogniskowej obiektywu i dla określonej odległości przedmiotowej materiał światłoczuły jest ustawiony w odpowiedniej odległości obrazowej. Wtedy wielkość powstających krążków rozproszenia, odpowiadających punktom fotografowanego przedmiotu, decydować będzie o ostrości otrzymanego obrazu.

W zależności od techniki wykonywania zdjęcia ruch fotografowanego przedmiotu względem jego obrazu na materiale światłoczułym będzie wpływał na powstanie nieostrości. Trzeba jednak pamiętać, że w niektórych przypadkach zmniejszenie ostrości obrazu, spowodowane ruchem

przedmiotu, może być efektem zamierzonym, podkreślającym wrażenie ruchu. W większości przypadków w obrazie nie powinno być jednak nieostrości spowodowanej ruchem. Nieostrość ruchu w przypadku tylko jednego poruszającego się przedmiotu jest łatwo zauważalna na tle pozostałych przedmiotów. W przypadku zastosowania zbyt długiego czasu naświetlania i drgań aparatu, bardzo często pojawiają się podwójne kontury przedmiotów.

Często niedocenianym czynnikiem wpływającym na ostrość obrazu jest wielkość naświetlenia. W przypadku zbyt dużego naświetlenia następuje silne rozproszenie światła padającego na kryształy halogenków srebra, zawarte w warstwie żelatynowej. Powstaje wtedy odblask dyfuzyjny, wskutek czego zmniejsza się w sposób wydatny ostrość obrazu. Zanotowane na negatywie kontury przedmiotów stają się niewyraźne i rozmyte. Prześwietlony negatyw może na pierwszy rzut oka wydać się ostry, zwłaszcza gdy posiada duży kontrast, jednak podczas powiększania widać wyraźnie, że kontury obrazu stają się nieostre, szczególnie na granicach dużego i małego zaczernienia.

Również kontrastowość, do jakiej wywołuje się negatyw lub pozytyw ma wpływ na subiektywne odczucie ostrości obrazu. Zwiększenie kontrastów szczegółów obrazu powoduje zwiększenie wrażenia jego ostrości. Może to być również pomocną radą w tych przypadkach, gdy otrzymany obraz wydaje się za mało ostry. Można go poprawić przez skopiowanie na papierze o większej kontrastowości. Nie zwiększa się w ten sposób ostrości obrazu w sposób bezwzględny, jednakże subiektywne wrażenie ostrości ulega wyraźnej poprawie.

Na ostrość obrazu wpływa również zdolność rozdzielcza układu obiektyw-materiał światłoczuły. W tych przypadkach, gdy mniejsza jest zdolność rozdzielcza materiału światłoczułego od zdolności rozdzielczej obiektywu, materiał światłoczuły /a ściślej jego zdolność do rozproszenia i odbijania światła w warstwach/ decyduje o ostatecznej zdolności rozdzielczej całego układu. Nie ma więc większego sensu stosowanie obiektywu o bardzo dużej zdolności rozdzielczej do materiału o niskiej zdolności rozdzielczej lub odwrotnie.

Większość obecnie stosowanych materiałów negatywowych posiada zdolność rozdzielczą większą od zdolności rozdzielczej powszechnie stosowanych obiektywów. Jedynie obiektywy mikroskopowe mogą posiadać zdolność rozdzielczą większą od zwykłych materiałów światłoczułych. Wtedy o ostrości obrazu decyduje wielkość krążków rozproszenia w obrazie optycznym.

Warunki kopiowania negatywu mają również wpływ na zmniejszenie się

ostrości obrazu pozytywowego. Jeśli np. podczas kopiowania stykowego negatyw nie przylega dokładnie do papieru fotograficznego na którym wykonuje się kopię, to powstają nieostrości miejscowe, pogarszające jakość obrazu. W procesie kopiowania optycznego wpływają na ostrość obrazu takie same czynniki optyczno-geometryczne jak przy wykonywaniu zdjęć.

Ostatnim wreszcie czynnikiem, decydującym o subiektywnej ocenie ostrości obrazu, są warunki jego obserwacji, a przede wszystkim luminancja oglądanego obrazu, zależna od oświetlenia. I tak np. obrazy oglądane w warunkach słabego oświetlenia wydają się nieco mniej ostre, aniżeli te same obrazy oglądane w dobrym oświetleniu. Również obserwacja obrazu w świetle krótkofalowym, np. niebieskim, daje wrażenie większej ostrości obrazu niż w świetle długofalowym.

3. Ziarnistość obrazu

Bardzo często w mowie potocznej ziarnistość nazywa się nieprawidłowo ziarnem obrazu. W rzeczywistości nieuzbrojonym okiem nie widzi się poszczególnych ziaren srebra metalicznego, nie mówiąc już o cząsteczkach barwników tworzących obraz fotograficzny. Widać jedynie przypadkowe skupienia poszczególnych ziaren srebra i to, jeśli są one dostatecznie duże. Tworzą one w sumie wrażenie ziarnistości.

Ziarnistość obrazu fotograficznego rozpatruje się przede wszystkim jako ziarnistość subiektywną, a więc związaną z wrażeniem, jakie powstaje w obserwacji obrazu. Zazwyczaj mówi się, że ziarnistość jest niezauważalna, nikła, mała, duża, bardzo duża. W praktyce ogranicza się nawet często do stwierdzenia, że ziarnistość obrazu nie występuje lub że jest duża.

Ziarnistość obrazu fotograficznego zależy od szeregu czynników, a przede wszystkim od ziarnistości materiału światłoczułego na którym otrzymano obraz.

Następnie na ziarnistość wpływa rodzaj wywoływacza, jaki zastosowano do obróbki. Wywoływacze energiczne prowadzą zazwyczaj do zwiększenia ziarnistości, natomiast drobnoziarnisto-wyrównawcze, a zwłaszcza ultradrobnoziarniste, pozwalają nawet obniżyć ziarnistość obrazu.

Trzecim czynnikiem, mającym wpływ na ziarnistość, jest kontrastowość do jakiej wywołano materiał. Praktycznie decyduje o tym czas wywoływania. Jeśli czas wywoływania jest przedłużony, to ziarnistość obrazu wzrasta. Skrócony czas wywoływania w tym samym wywoływaczu zmniejsza ziarnistość obrazu.

Należy zatem wybierać pomiędzy dwoma sprzecznymi wymaganiami, jeśli potrzebne jest otrzymanie obrazów kontrastowych i drobnoziarnistych. W takim przypadku należy zastosować materiał niskoczuły o małej ziarnistości i dużej kontrastowości, np. mikrofilm, zamiast wysokoczułej błony negatywowej.

Osobnym zagadnieniem jest ziarnistość negatywu przekopiowywana do obrazów pozytywowych. W tym przypadku otrzymuje się często stosunkowo dużą ziarnistość obrazu, która jest wynikiem przekopiowania ziarnistości negatywów na kontrastowym materiale pozytywowym. Dlatego należy starać się zawsze aby negatywy posiadały ziarnistość małą, a najwyżej - umiarkowaną. Ze względu na to, że wysoką światłoczułość osiąga się niemal wyłącznie przez zwiększenie ziarnistości emulsji, jest ona w materiałach negatywowych znacznie większa, niż w materiałach pozytywowych. Z biegiem lat przyzwyczajono się jednak do ziarnistości obrazu fotograficznego. W niektórych przypadkach stosuje się nawet sztuczne zwiększenie ziarnistości, jako środka wyrazu.

4. Kontrast maksymalny obrazu

Kontrastem obrazu nazywa się stosunek luminancji dwóch dowolnych miejsc obrazu. Kontrastem maksymalnym nazywa się stosunek luminancji miejsca najjaśniejszego do luminancji miejsca najciemniejszego obrazu.

Kontrast maksymalny obrazu pozytywowego zależy przede wszystkim od rodzaju materiału pozytywowego oraz od czasu jego wywołania. Wynosi on zazwyczaj dla papieru błyszczącego 63:1 do 100:1 /w jednostkach logarytmicznych 1,8 do 2,0/, a dla matowych do 40:1 /w jednostkach logarytmicznych do 1,6/.

W zasadzie kontrast maksymalny obrazu na papierze nie powinien zależeć od jego użytecznej skali naświetlenia /wskaźnika kontrastowości gradacji/ pod warunkiem właściwego doboru rodzaju papieru do negatywu. W praktyce jednak obrazy na papierze twardym posiadają nieco większy kontrast maksymalny niż obrazy na papierze miękim.

Rozpatrując przebieg całego procesu negatywowo-pozytywowego można przyjąć, że kontrasty obrazu zależą od szeregu czynników:

1/ kontrastów fotografowanego przedmiotu,
2/ kontrastów obrazu optycznego,
3/ kontrastowości materiału negatywowego, na którym wykonuje się zdjęcie,
4/ naświetlenia i warunków obróbki chemicznej,
5/ kontrastów negatywu, jaki otrzymano,
6/ warunków kopiowania /zjawisko Calliera/,

7/ kontrastowości papieru fotograficznego, na którym wykonuje się kopię,
8/ warunków obróbki papieru,
9/ warunków obserwacji gotowego obrazu.

Powinno się dążyć do tego, by na pozytywowym obrazie fotograficznym uzyskać subiektywnie kontrasty odpowiadające kontrastom fotografowanych przedmiotów.

Obraz pozytywowy odtwarza w sposób doskonały kontrasty przedmiotów wtedy, gdy stosunki luminancji dwóch dowolnie wybranych miejsc obrazu są takie same, jak stosunki luminancji tych samych wybranych dwóch miejsc przedmiotu. Ogólnie rzecz biorąc wymaganie to jest niemożliwe do spełnienia. Zazwyczaj kontrast przedmiotu jest znacznie większy od kontrastu kopii na papierze. Ale nawet gdy kontrast przedmiotu jest mniejszy lub taki sam jak kontrast obrazu, to kontrasty na poszczególnych dowolnych częściach obrazu są zwykle większe lub mniejsze od odpowiednich kontrastów przedmiotu. Przyczyny tego leżą w poszczególnych stadiach procesu negatywowo-pozytywowego, właściwościach materiałów itp.

Stosunkowo najlepiej reprodukuje się kontrasty na przezroczach, a niedokładnie na papierze fotograficznym. Powstających błędów na ogół zwyczajowo nie odczuwa się.

5. Czynniki wpływające na reprodukcję luminancji

Na reprodukcję luminancji wpływa szereg czynników, zmieniających zarówno kontrasty obrazu jak też i reprodukcję szczegółów obrazu w światłach i cieniach. Głównym z nich jest skala luminancji fotografowanych przedmiotów, która nazywa się też kontrastem maksymalnym przedmiotu. Jest to stosunek wielkości luminancji najjaśniejszego szczegółu /L_s/ do luminancji najciemniejszego szczegółu /L_c/ przedmiotu.

Kontrast maksymalny fotografowanych przedmiotów waha się od około 5:1 w przypadku zdjęć podczas mglistej pogody lub zdjęć lotniczych, do około 10.000:1 w przypadku silnie oświetlonych przedmiotów w ciemnych wnętrzach lub zdjęć wykonywanych w kierunku silnych źródeł światła /pod światło/. Przeciętne krajobrazy wykazują kontrast około 32:1 /w skali logarytmicznej 1,5/.

W praktyce jednak kontrasty maksymalne przedmiotów wahają się od 5:1 do 10.000:1, średnio około 130:1. Silne oświetlenie jasnych przedmiotów oraz światło skierowane w stronę aparatu zwiększa znacznie kontrasty fotografowanych przedmiotów. W związku z tym chcąc zanotować wszystkie informacje o fotografowanym przedmiocie na materiale światłoczułym, należy wybierać oświetlenie raczej niezbyt kontrastowe. Dlatego wykonując zdjęcia portretowe, tak chętnie korzysta się ze światła rozproszonego.

Zdjęcia przedmiotów o bardzo dużym kontraście maksymalnym, jak np. wnęka pod mostem, w silnym oświetleniu słonecznym samego mostu muszą spowodować stratę wielu szczegółów fotografowanego przedmiotu w cieniach lub w światłach. Na materiale światłoczułym nie można zarejestrować informacji o wszystkich fotografowanych przedmiotach. Aby dopomóc w zanotowaniu możliwie największej liczby informacji nowoczesne materiały negatywowe posiadają stosunkowo dużą skalę użytecznego naświetlenia.

Kontrast maksymalny obrazu optycznego rzutowanego na materiał światłoczuły zmniejsza się pod wpływem światła ubocznego rozproszonego, a co za tym idzie, obraz powstaje o zmniejszonym kontraście. Zjawisko to można porównać z sytuacją powstającą podczas projekcji filmu w skali kinowej. Na ekranie widać obraz o stosunkowo dużym kontraście maksymalnym. Jeśli jednak spóźniony widz otworzy drzwi znajdujące się w tyle sali projekcyjnej, wtedy wtargnie do niej niepotrzebne światło z poczekalni i spowoduje od razu zmniejszenie kontrastu obrazu oglądanego na ekranie.

Ilość światła rozproszonego w ciemni aparatu fotograficznego zależy również do liczby soczewek, które posiada obiektyw oraz od zastosowania warstw przeciwodblaskowych na powierzchniach soczewek. Współczynnik zmniejszenia kontrastu wskutek rozproszenia światła wewnątrz aparatu jest różny dla różnych obiektywów i waha się od wartości 1,2 do 1,9. Przyjmując przeciętną wartość współczynnika zmniejszenia około 1,5 otrzymuje się przeciętny kontrast maksymalny obrazu optycznego, tworzącego się na materiale światłoczułym lub na matówce, równy 130:1,5 czyli około 86:1 co właściwie prawie odpowiada skali /rozpiętości/ użytecznego naświetlenia /w skali logarytmicznej/ $\Delta \log H = 1{,}93$ większości materiałów negatywowych czarno-białych a nawet i barwnych.

Zjawiskiem znacznie wpływającym na subiektywne odczuwanie reprodukcji luminancji jest zdolność naszego mózgu do podświadomej oceny jasności oglądanych przedmiotów. I tak np. czarny papier będzie się wydawać czarnym bez względu na wielkość jego oświetlenia mimo, że np. położony na plaży może posiadać luminancję znacznie wyższą niż biała ściana wewnątrz ciemnego pokoju.

Oglądając zarówno czarny papier, jak i białą ścianę w różnych warunkach oświetlenia i porównując je z innymi przedmiotami, odróżnia się je zawsze jako czarne i białe. Jest to wynik prawa psychologicz-

nego, zwanego prawem stałości bieli i światłości barw powierzchniowych. Właśnie ta zdolność odbioru wrażeń jest zakłócana w obserwacji obrazów fotograficznych, na których znane jasne przedmioty mogą się wydawać zbyt ciemne, a ciemne - zbyt jasne. Dlatego obiektywne odtwarzanie luminancji i wrażenie kontrastu maksymalnego może w niektórych przypadkach odbiegać od reprodukcji prawidłowej z punktu widzenia subiektywnego.

6. Subiektywna ocena reprodukcji szczegółów w cieniach i światłach obrazu

Na ogół uważa się, że ważniejsze jest zachowanie szczegółów w światłach obrazu pozytywowego, aniżeli w cieniach. W związku z tym dokładniejsza reprodukcja szczegółów powinna być zachowana w ciemnych częściach negatywu. Oko jest bardziej czułe na brak szczegółów w jasnych partiach pozytywu, podczas gdy zanik szczegółów w ciemnych miejscach pozytywu wydaje się bardziej naturalny.

Fotografując dwie osoby, jedną ubraną w biały fartuch, a drugą w czarne ubranie, powinno się zachować w negatywie takie różnice gęstości optycznej na obrazie fartucha, które dają się odtworzyć na pozytywie. Powinno się też zachować różnice gęstości optycznej w różnych miejscach obrazu czarnego ubrania. Po prawidłowym wyborze: wskaźników kontrastowości, naświetlenia i obróbki papieru, powstaną na białym fartuchu wszystkie szczegóły w postaci fałd i zagięć materiału, które odpowiadają subiektywnemu wyglądowi fotografowanego przedmiotu. Podobnie na obrazie czarnego ubrania należy zachować wyraźny rysunek klap, fałd, zagięć itp. Taką reprodukcję można nazwać poprawną z punktu widzenia subiektywnego i określić, że odtworzenie szczegółów obrazu w światłach i cieniach jest zadawalające.

Jeśli jednak nie można zadowalająco zreprodukować wszystkich szczegółów w światłach i cieniach pozytywu, to lepiej raczej zgodzić się ze stratą szczegółów w cieniach obrazu pozytywowego ratując poprawną reprodukcję szczegółów w światłach. Wyjątek od tej reguły stanowią zdjęcia robione pod słońce lub we wnętrzach z widocznymi źródłami światła /np. z jasnymi oknami/ - jeśli wymagana jest reprodukcja szczegółów w cieniach obrazu.

7. Jakość reprodukcji barw

Barwy powinny być zreprodukowane w sposób możliwie naturalny, przypominający fotografowany przedmiot. Jednakże praktycznie nie uzyskuje się doskonałej jakości reprodukcji barw. Nigdy bowiem nie wytworzy się takich samych warunków obserwacji jakie istniały pod-

czas oglądania fotografowanego przedmiotu. Wobec powyższego, nie tyle ważne staje się idealne zreprodukowanie barw przedmiotu, co zreprodukowanie barw w taki sposób, by ich wzajemne stosunki możliwie jak najwierniej przypominały stosunki barw, jakie istniały na fotografowanym przedmiocie.

Należy przy tym zwrócić uwagę na ważność elementów w otrzymanym obrazie. Jakkolwiek jest rzeczą zrozumiałą, że wszystkie barwy powinny być zreprodukowane jak najwierniej, to jednak w każdym obrazie znajdują się elementy, które powinny być zreprodukowane bardzo dobrze, podczas kiedy inne mogą być zreprodukowane nieco mniej wiernie. Takim elementem podstawowym jest twarz ludzka, której odcienie powinny być zawsze możliwie naturalne. Wzrok ludzki jest niezmiernie wrażliwy na zmianę odcienia twarzy. Wystarczy wystąpienie na twarzy niepożądanej dominanty żółtej bądź niebieskiej, by cały obraz wydał się również nieprawidłowy.

Podobnie stosunkowo wiernie powinny być odtworzone elementy o najczęściej spotykanych charakterystycznych barwach, które są zapisane w ludzkiej pamięci jako barwy typowe, występujące w naszym otoczeniu. Dotyczy to błękitu nieba, zieleni roślin, barwy kwiatów i barwy przedmiotów powszechnie znanych, z którymi spotykamy się na codzień. Natomiast reprodukcja barwy tła sztucznego, bądź też reprodukcja barwy mało znanych przedmiotów nie jest tak ważna. Obserwator na ogół nie pamięta, jak one wyglądały, lub nieraz w ogóle nie wie jak wyglądają w rzeczywistości.

W serii zdjęć, lub przezroczy należy zachować taki sam odcień tych samych przedmiotów, które występują kolejno na obrazach. Obserwator może nie zauważyć nieprawidłowego odcienia trawy, który jest w rzeczywistości np. zbyt niebieskawy, niebieskozielony, zamiast trawiasto zielony. Obserwator po pewnym czasie przyzwyczaja się do tego. Natomiast jeśli zobaczy kolejno, szereg obrazów na których odcień trawy będzie się zmieniał od niebieskozielonego do żółtozielonego, wtedy te różnice rażą i w znacznym stopniu dyskwalifikują obrazy.

8. Dominanta barwna i zadymienie obrazu

Należy przede wszystkim odróżnić pojęcie dominanty barwnej od pojęcia barwnego zadymienia obrazu. Pod pojęciem dominanty barwnej należy rozumieć niepożądany, przeważający odcień całego obrazu. Dominantę można ewentualnie zmienić, a nawet usunąć całkowicie. Dominanta nie występuje na obrzeżach i marginesach obrazu, które powinny być neutralnie białe. Dominanta na białych partiach obrazu bywa często

niezauważalna, chociaż czasami w tych partiach może być właśnie widoczna. Dominanta pochodzi z nieprawidłowego dobrania składu spektralnego światła podczas oświetlania przedmiotu, naświetlania negatywu lub kopiowania pozytywu.

Przyczyną powstawania zadymienia są najczęściej nieodpowiednie właściwości materiału światłoczułego lub jego obróbka. Powodem tego może być przede wszystkim zestarzenie się materiału światłoczułego, jego przegrzanie podczas przechowywania w nieodpowiednich warunkach, wpływ lotnych chemikaliów dostających się do wnętrza opakowania. Ponadto zadymienie może być spowodowane złym wypłukaniem materiału, lub zanieczyszczeniem wzajemnym roztworów.

Zadymienie barwne może się objawiać w postaci wyraźnego zabarwienia miejsc, które w ogóle nie zostały naświetlone. Zadymienie barwne jest widoczne na marginesach, które powinny być całkowicie białe, a występuje na nich zabarwienie np. żółtawe, zielonkawo czerwone lub inne. Naturalnie w takim przypadku zadymienie będzie widoczne również w białych partiach obrazu. W niektórych co prawda przypadkach przy odpowiedniej korekcji w białych partiach obrazu zadymienie może posiadać inny odcień bądź też może posiadać zbliżony w szczególnym przypadku do barwy szarej. Na prawidłowym barwnym obrazie pozytywowym nie powinna być zauważalna ani dominanta, ani barwne zadymienie. Zniekształcają one obraz, a nieraz zupełnie go dyskwalifikują. Na pozytywie może jednak dominować określona barwa np. zielona na obrazie łąki lub lasu.

9. Kontrasty barwne

Poza ogólną oceną kontrastu maksymalnego obrazu barwnego, który ocenia się podobnie jak w fotografii czarno-białej, na obrazie barwnym można wyróżniać kontrasty maksymalne poszczególnych warstw barwnych. Mogą przy tym występować różne wielkości kontrastu maksymalnego dla różnych warstw. Na przykład żółta warstwa może posiadać kontrast maksymalny inny niż warstwa purpurowa lub niebiesko-zielona. Różnice te można dokładnie zmierzyć na drodze sensytometrycznej.

Ocena wizualna jest trudna do przeprowadzenia. Przy pewnej wprawie można jednak wyciągnąć z obserwacji pewne wnioski. Należy porównywać miejsca najjaśniejsze obrazu z miejscami najciemniejszymi. Może się np. na obrazie okazać, że wszystkie miejsca ciemne posiadają wyraźne zabarwienie niebiesko-zielone, a miejsca jasne są czerwonawe. Świadczyłoby to o błędzie produkcyjnym niezrównoważenia warstw materiału, na którym wykonano pozytyw. Otrzymane kontrasty maksymalne obrazów

cząstkowych w poszczególnych warstwach nie są w takim przypadku jednakowe. Wskutek tego występuje różnica odcieni w światłach w stosunku do odcieni w cieniach obrazu. Błąd ten jest praktycznie niemożliwy do usunięcia.

Na wielkość kontrastu maksymalnego wpływają także czas i warunki wywoływania. Przy zastosowaniu krótszego czasu wywoływania /w granicach dozwolonej tolerancji/ otrzymuje się kontrast maksymalny mniejszy, przy przedłużeniu czasu wywoływania kontrast ten wzrasta. Jednakże przy przekroczeniu dopuszczalnego czasu wywoływania wzrasta również zadymienie obrazu, które powoduje obniżenie kontrastu maksymalnego.

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

~~0135~~