

K. L. MERTS

Värviline
FOTOGRAAFIA



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS · TALLINN

A-18695

K. L. MERTS

VÄRVILINE
FOTOGRAAFIA



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1950

W

Originaali tiitel:

К. Л. Мертц. Цветная фотография.
Госкиноиздат 1949.

N

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
7199

EESSÕNA

Käesolev raamat on mõeldud neile lugejaile, kes on huvitatud värvilise fotograafia tänapäevastest meetoditest ja värviliste fotode valmistamise praktilistest menetlustest.

Värviliste fotode saamise meetodid erinevad harilikust must-valgest fotograafiast fotograafiliste protsesside suurema keerukuse poolest; järelikult iga lugeja, kes soovib ära õppida ja omandada värvilise fotograafia tehnikat, peab enne valdama must-valge fotograafia tehnikat, peab olema tuttav valguse- ja värvusteõpetuse põhiliste seadustega, peab hästi tundma fotografeerimise tehnikat (eriti valgustustingimusi ja valguse iseloomu sõltuvust kasutatavast valgusallikast). Peale selle peab ta hästi orienteeruma valgustundlike fotomaterjalide sortides ja omadustes, peab omama selge kujutluse nende valgustundlikkusest, gradatsioonist, kontrastsusest ja värvitundlikkusest, valgusefiltrite tähtsusest ja nende praktilisest kasutamisest.

Lugeja peab tundma sensitomeetria ja eksponomeetria põhilisi seadusi, keemia põhialuseid ja valgustundlike fotomaterjalide töötlemise tehnoloogiat. Niisiis, käesolev raamat on arvestatud neile, kes valdavad must-valge fotograafia teooriat ja praktikat.

Selleks, et lugejad mõistaksid sügavamalt värvilise fotograafia kaas-aegseid meetodeid (ühtlasi värvilist fotografeerimist kolmekihilistel filmidel) loeb autor möödapääsmatult vajalikuks valgustada ka mõnda (nüüd juba oma aja ära elanud) meetodit, eriti meetodeid värvuste liitmise põhimõttel.

Esimeses peatükis käsitletakse lühidalt põhilisi valguse- ja värvusteõpetuse mõisteid, samuti vaadeldakse kahte põhilist värvilise fotograafia printsiipi — värvuste liitmist ja lahutamist.

Teises peatükis antakse lühike ülevaade värviliste piltide saamisest raster-materjalidel, millist menetlust praktiliselt peaaegu enam ei kasutata, kuid mis on tähtis värvide liitmise printsiibil põhineva menetluse näitena.

Kolmas peatükk on pühendatud värvuste lahutamise printsiibil põhinevate värvilise fotograafia tähtsamate meetodite klassifitseerimisele ja kirjeldamisele.

Viimases kolmes peatükis antakse üksikasjalik kirjeldus kõige viimasaegsemast värviliste fotokujutiste saamise meetodist kolmekihilistel valgustundlikel materjalidel. Nimetatud meetod on värvilise fotograafia arengu ligemal perioodil peamiseks meetodiks ja on kasutusele võetud kodumaises kino-fototööstuses.

I peatükk.

VALGUSE- JA VÄRVUSTEÕPETUSE PÕHIALUSED.

§ 1. Värvuse füüsikalised karakteristikad.

Värviline fotograafia ei ole noor teadus; ta on sama vana kui must-valge fotograafia. Must-valge fotokujutise saamise viis on oma veidi üle saja-aastase olemasolu jooksul märgatavalt muutunud ja täiustunud. Ikka rohkem teadlasi ja uurijaid asus tööle värviliste fotokujutiste saamise meetodite leidmiseks (eriteadlased loendavad rohkem kui nelisada erinevail aegadel esitatud värvilise fotograafia meetodit).

Vaatamata esitatud meetodite suurele hulgatele, ei ole ükski neist kuni viimase ajani leidnud massilist levikut teostamise keerukuse ja tulemuste ebakindluse tõttu, millised otsustaval määral on ärarippuvad fotograafi-teostaja meisterlikkusest ja maitsest.

Alles viimase 10—15 aasta jooksul saadi tänapäeva teaduse ja tehnika saavutuste kasutamise tõttu, peamiselt orgaanilise keemia alal, luua värvilise fotograafia meetod, mis põhjeneb kolmekihiliste valgustundlike materjalide ja värvilise ilmutamise kasutamisel. Juba praegu on olemas täielik võimalus värvilise fotograafia laiaks levikuks, esmajärjekorras professionaalse ja teaduslik-rakendusliku fotograferimise otstarbel. Edasine töö nende meetodite täiustamiseks ja lihtsustamiseks võimaldab värvilisel fotograafial kahtlemata levida sama laialt kui seda on hariliku must-valge fotograafiaga.

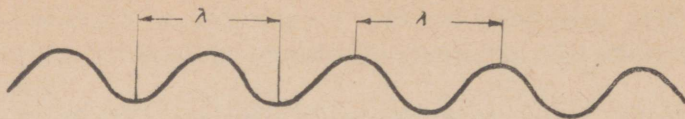
Valgus ja värvused. Tänapäeva värvilise fotograafia olemus ei ole lugejale arusaadav, kui ta ei tunne valguse- ja värvusteõpetuse põhialuseid. Järgnevalt antakse selle teadusharu põhiliste definitsioonide, mõistete ja seaduste lühike kokkuvõte, kusjuures autor arvab, et lugeja, kes üldse ei ole tuttav nende küsimustega, peab kasutama selle ala erikirjandust.

Valguseks nimetatakse eriliiki kiirgamisenergiat, mida saadavad välja kiirgavad kehad (valgusallikad). Valgus levib elektromagnetilise lainetuse kujul, mida võtab vastu inimsilm.

Uhte või teist liiki kiirgamisenergia kvaliteedi põhiliseks tunnuseks on **l a i n e p i k k u s** (joon. 1).

Joonisel 2 on näidatud, mis laadi kiirgusele vastavad ühed või teised lainepikkused ja millise koha omavad nähtavad kiired üldises kiirgamisenergia spektris.

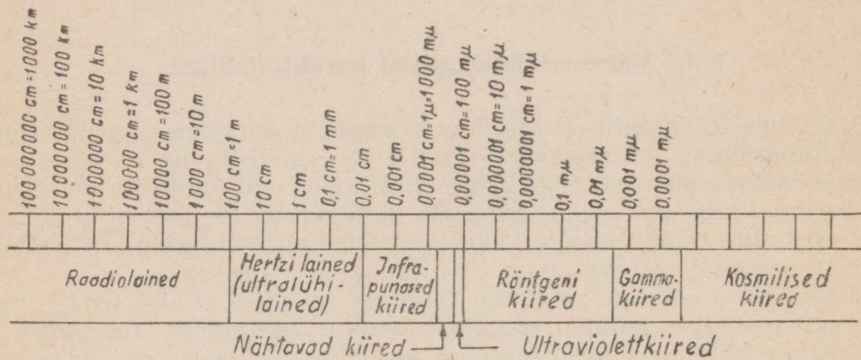
Harilik valge valgus (näiteks päikese valgus) ei ole ühtlane. Valge valguse kiir jaotub prismat läbides katkematuks värvuste reaks, mida nimetatakse spektriks (joon. 3).



Joon. 1. Elektromagnetilised lained.

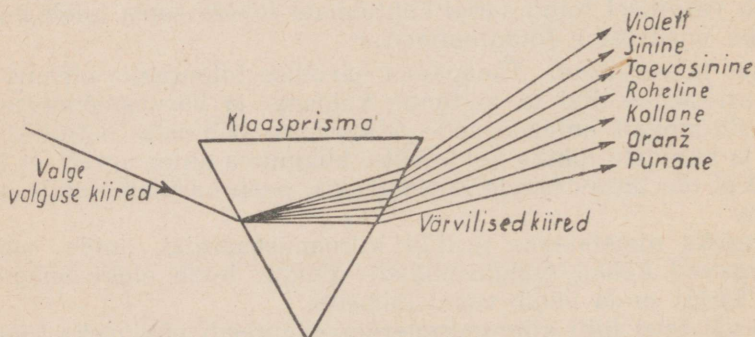
Tuntakse seitset spektri põhivärvust: violet, sinine, taevasinine, roheline, kollane, oranž ja punane.

Eri värvusega kiired on erineva lainepikkusega (joon. 4). Joonisel 5 on näidatud nähtava spektri osa üksikute spektraalvärvuste umbkaudsed piirid. Kõikidest nähtavaist kiirtest on lühima lainepikkusega (kuni 400 mμ) violettkiired, kõige pikemaga (kuni 700 mμ) punased kiired.



Joon. 2. Elektromagnetiliste lainete spektri skeem.

Üksikute spektraalvärvuste vahel ei ole järsku üleminekut ühelt värvuselt teisele ja silm eraldab määratud hulka vahepealseid varjundeid.



Joon. 3. Klaasprisma abil valge valguse spektri lahtumise skeem.

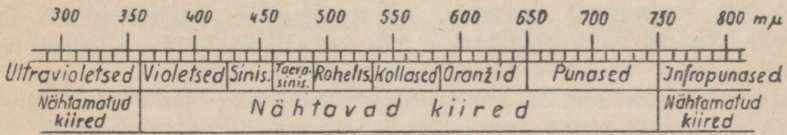
Igale lainepikkusele vastab teatav valguskiire värvusevarjund. Kiirgust, mis koosneb ühesuguse lainepikkusega võnkumistest, nimetatakse monokromaatiliseks, s. o. ühevärviliseks.



Joon. 4. Mitmesuguste spektraalvärvide valguskiirte skemaatiline kujutis (suurendus umbes 25 000 korda).

Monokromaatilise värvusega kiir on ühtlane ja seda ei saa lahutada koostevärvusteks (joon. 6).

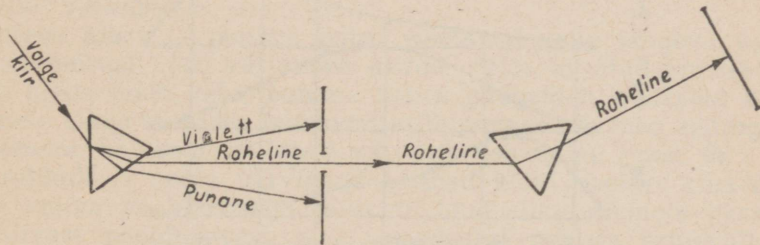
Värvusteõpetus. Meid ümbritseva maailma esemete üheks põhiliseks tunnuseks on värvus.



Joon. 5. Tabel spektri kiirte värvuste ja lainepikkuste suhte kohta.

Reaalsete esemete värvus erineb harilikult tunduvalt puhtatest spektraalvärvustest. On olemas rida värvusi, mis spektris üldse ei esine: must ja valge, mitmesugused halli, pruuni ja purpuri varjundid.

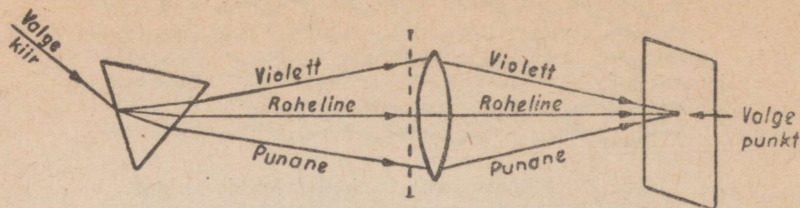
Selleks et aru saada mistahes värvilise fotograafia protsessist ja osata hinnata värvilise fotokujutise kvaliteeti, on möödapääsmatult vajalik õppida üksikuid värvusi õieti eraldama, õppida tundma värvuste segunemist, samuti küsimusi, mis on seotud üksiku värvuse ja



Joon. 6. Monokromaatilise värvilise kiire üheliigilisust tõestava katse skeem.

värvuste kombinatsioonide tunnetamisega. Kõiki neid küsimusi käsitleb lähemalt kvalitatiivselt ja kvantitatiivselt seisukohalt värvusteõpetus, mille põhialused tuuakse lühidalt ära allpool.

Nägemise kolmevärvilisuse teooria. Kui valge valguskiir prisma abil jagada spektriks, siis, asetades kaksikkumera läätsa spektraal-kiirte laieneva kimbu tee, me kogume uuesti kõik erinevad värvilised kiired kokku ja saame ekraanil valge valguse laigu (joon. 7).



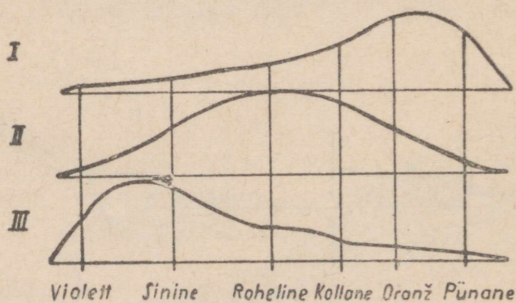
Joon. 7. Värviliste spektraalkiirte segamisel valge valguse saamise skeem.

Niisiis, kõikide spektrivärvuste kiirte segamisel saadakse valge valgus. Valge valguse saamiseks ei ole siiski vajalik segada kõiki spektraalvärvuste kiiri, küllaldane on kui võtame kahe teatava värvusega kiired, arvesse võttes, et näiteks kollased ja (tume) sinised, oranžid ja taevasinised kiired annavad segamisel valge valguse. Kahte värvust, mis segamisel annavad valge valguse, nimetatakse täiendvärvusteks. Teiste värvustepaaride või värviliste kiirte liitmisel kolme, nelja jne. kaupa võib saada kõik ülejäänud värvused.

Katseliselt on leitud, et kõikide võimalike värvuste saamiseks värviliste kiirte segamise teel jätkub kolmest liigist teadlikult valitud värvilistest kiirtest ja nimelt: sinisest, rohelisest ja punasest. See eeldus sai nägemisteooria aluseks, mida tuntakse nägemise kolmevärvilisuse teooria nimetuse all.

Vastavalt sellele teorialle omab inimsilm kolme liiki närve, erineva tundlikkusega mitmesuguste spektraalvärvuste suhtes; esimene liik neist närvidest ärritub kõige enam punaste kiirte toimetel, teine — roheliste, ja kolmas — sinivioletsete kiirte toimetel.

Joonisel 8 on toodud nimetatud kolme liiki nägemisnärvide tundlikkuse kõverad.



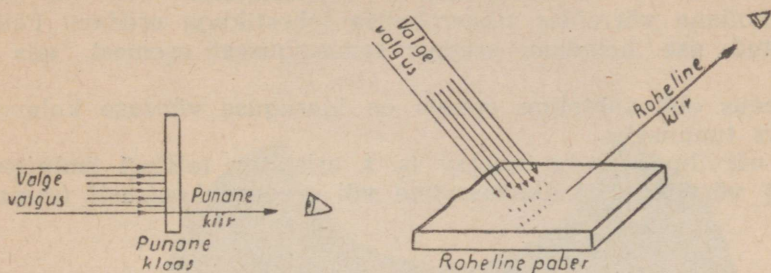
Joon. 8. Valge valguse toimetel kolme liiki silmanärvide ärritumise kõverad.

Kui kõik kolme liiki närvid on ärritatud samal määral, me tajume tugeval ärritusel valget valgust, nõrgal ärritusel — halli värvust. Ärrituste puudumine annab aistingut mustast värvusest. Kõik ülejäänud värvused ja varjundid põhjustavad kahe või kolme liigi närvidegrupi üheaegse ärrituse, erineva tugevusega igas grupis.

Kõikide närvidegruppide mitmesugusel astmel ärritumise kombinatsioonid võivad anda mistahes värvuse või selle varjundi aistingut.

Looduslike esemete värvus. Vaatleme looduslike esemete värvuse tekkimise põhjust.

Oletame, et mingi ese asub valges valguses. Valge valguse kiired, langedes eseme pinnale peegeldatakse osalt tagasi, osalt tungivad esemesse ja neelduvad. Kui neeldumine on väikene, siis osa kiiri tungib läbi eseme, s. o. ese näib läbipaistvana.



Joon. 9. Esemete värvuse tekkimise skeem.

Kui aine, millest ese koosneb, neelab ühesugusel määral igasuguse lainepikkusega valguskiiri, millest koosneb valge valgus, siis valguse koosseis, mida ese peegeldab või mis teda läbib, on sama mis esemele langeval kiirel.

Ese näib valge, kui ta peegeldab suure osa temale langevaid kiiri, hall — kui ta neelab osa kiiri, ja must, kui ta neelab peaaegu kõik temale langevad kiired. Kui aga peaaegu kõik kiired tungivad läbi eseme neeldumata (vesi, õhk, klaas õhukestes kihtides), siis see on „värvusetu“.

Võtame mingi värvilise eseme, mis on valgustatud valge valgusega, näiteks tüki punast paberit ja punast klaasi. Mõlemal juhul me tajume punast värvust; see tähendab, et meie silmas on ärritatud ainult see närvigrupp, mis on tundlik punasele värvusele ja on ärritamata kaks ülejäänud närvigruppi, mis on tundlikud rohelisele ja sinivioletsele värvusele.

Punane klaas ja punane paber neelavad neile langeva valge valguse koosseisust kõik värvilised kiired, välja arvatud punased kiired. Punane klaas laseb läbi, punane paber peegeldab punaseid kiiri, milised meie silma sattudes kutsuvad esile punase värvuse aistingut. Samal viisil seletub ka esemetel teiste värvuste esinemine (joon. 9).

Järelikult ei neela värvilised esemed kõiki spektri kiiri tühtlaselt, nad on valiva neeldumisega. Kõikide looduslike esemete värvus tuleb valivast neeldumisest, s. t. omadusest neelata erinevalt mitmesuguseid värvilisi kiiri.

Värvuse põhilised karakteristikad. Kõik värvused jagunevad kahte gruppi: akromaatilised ja kromaatilised värvused.

Esimesse gruppi kuuluvad: must, valge ja kõik hallid värvused, mis on üleminekuastmeiks valgelt mustale, s. t. valge valguse nõrgenemise erinevad astmed.

Teise gruppi kuuluvad kromaatilised värvused, millel on kolm peamist tundemärki: 1) värviline toon või varjund; 2) värvuse küllastumisaste; 3) heledus ehk suhteline eredus.

Värvuse toon (varjund) on antud värvuse erinevus akromaatilisest valgest või hallist toonist. Värvusetooni võib iseloomustada vastava lainepikkusega.

Tugevalt väljenduva tooniga värvusi nimetatakse küllastunuiks, näiteks taeva värvus päikesepaistel suvepäeval (talvisel ajal, samuti suvel silmapiiri lähedal on taeva värvus kahvatum või nagu öeldakse, vähem küllastunud).

Värvuse küllastumisaste on tema teiseks tunnuseks.

Kaks ühe tooniga kui ka erinevate toonidega värvust võivad näida tumedamatena või heledamatena — eredamatena. Nii on näiteks kanaariakollane võrreldes tumerohelise lehestikuga eredam. Päikesest valgustatud ese heledam, eredam samasugusest esemest, mis asub varjus.

Heledus ehk suhteline eredus on igasuguse värvuse kolmandaks põhiliseks tunnuseks.

Iga värviline ese on nähtav (s. t. eristatav teistest ümbritsevaist esemest) värvitooni, küllastusastme või ereduse kontrasti (erinevuse) tõttu.

§ 2. Värvuste additiivne segamine — värviliste kiirte segamine.

Nagu juba teame, võib valge valguse saada spektraalvärvuste segamisel kaksikkumera läätsa abil. Valge värvuse ja kõikide ülejäänud värvuste saamiseks on küllalt kolmest värvusest, mis on valitud sääraselt, et nad ärritaksid samal määral silmanärvide iga gruppi.

Selliseks kolmeks värvuseks, mida nimetatakse põhivärvusteks ehk primaarvärvusteks on punane, roheline ja sini-violett värvus.

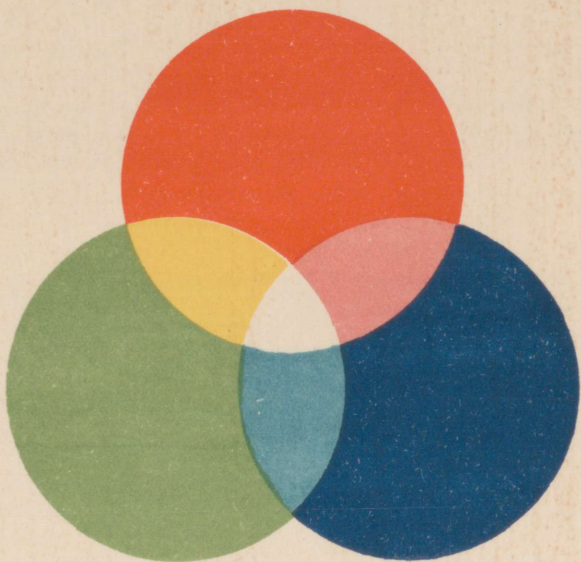
Kui võtta kolm projektsioonlaternat ja igaühe objektiivile ette asetada valgusefilter, mis laseb läbi ainult ühe põhivärvusega kiiri ja suunates ekraanile kõigi kolme laterna poolt projekteeritud värvilised sõõrid nii, et need osaliselt üksteist kataksid, saame pildi, mis on kujutatud joonisel 10.

Neis kohtades, kus värviliste kiirte kimbud katavad üksteist paarikaupa, saadakse vastavalt värvused: taevasinine (sini-roheline), kollane ja purpurpunane (kõnekeeles vaarikapunane). Sel kohal, kuhu langeb valgus kõigist kolmest kiirtekimbust (välja keskel) saadakse valge laik. Käesoleval juhul toimub meie silmas ekraani pinnalt tagasipeegeldatud värviliste kiirte liitumine.

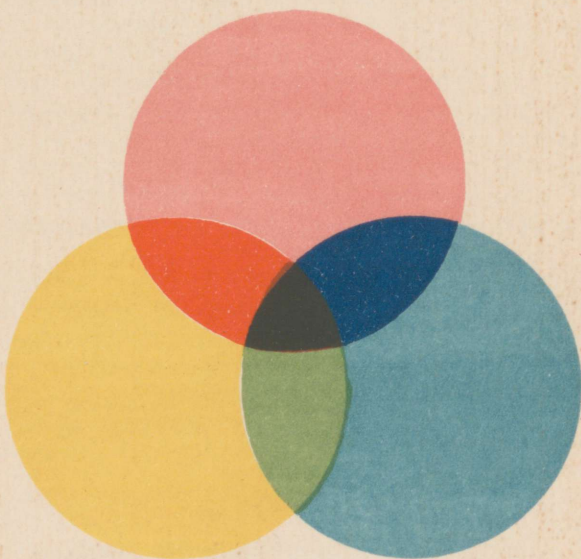
Projektsioonlaternaist tulevad värvilised kiirtekimbud peegelduvad ekraanilt üksteisest sõltumatult ja segunevad meie silmas optiliselt, vastavalt ärritustele, mida nad tekitavad silmanärvides.

Säärast värvuste optilise segamise viisi põhivärvuste liitmise teel nimetatakse additiivseks (ladina k. *additio* — liitmine).

Additiivse segamise teel on võimalik tekitada mistahes värvust või varjundit. Nii näiteks segades punaseid ja rohelisi kiiri me saame ekraanil kollase värvuse. Mitmesuguste värvuste ja varjundite saamiseks segatakse kolme põhivärvusega kiiri erinevais proportsioonides. Additiivne segamine toimub silmas sel juhul, kui eri värvusega kiired satuvad võrkkile samale kohale, seejuures toimub värvustetundlike närvide ärrituste liitumine ja tekib aisting, mis vastab segatud värvusele. Kui värvilised valguskiirte kimbud ei lange võrkkile samale kohale, siis mingit värvuste segamist ei toimu. Sel juhul aga, kui kiirtekimpuude suurus on silma eraldusvõimest väiksem, ei suuda silm neid ruumiliselt eraldada ja me aistame kiiri nii, nagu laneksid nad võrkkile ühte punkti. Sel juhul tekib efekt, mis võrdub optilise segamisega. Värvuste sellist segamist kasutatakse mõnede värvilise fotograafia meetodite puhul (rastermenetlused).



Joon. 10. Additiivne värvuste segamine.



Joon. 11. Subtraktiivne värvuste segamine.

§ 3. Subtraktiivne värvuste segamine — värvainete segamine.

Kui juhtida läbi kollase valgusefiltri valge valguse kimp (näiteks vaadates läbi filtri valge paberi poognale), siis neelab filter, s. o. lahutab valgest valgusest sini-violett kiired ja laseb läbi punased ja rohelised kiired, millised silmas additiivse segamise reeglite järgi liitudes tekitavad kollase värvuse aistingu.

Kasutades purpurset valgusefiltrit, mis valgest valgusest neelab rohelised kiired ja laseb läbi sini-violett ja punased kiired, saame aistingu purpursest värvusest. Kui asetada valgete kiirte teele kollane ja purpurne valgusefilter kokkupandult, siis neid läbiv valgus näib punasena.

Kollast valgusefiltrit läbides eralduvad valge valguse koosseisust sini-violett kiired, mis neelduvad kollases valgusefiltris, vabalt pääsevad läbi rohelised ja punased kiired. Purpurne valgusefilter neelab järelejäänud punaste ja roheliste kiirte segust veel rohelised kiired.

Mõlemat filtrit läbivad sel kombel ainult punased kiired ja me saame punase värvuse aistingu. Samasugune värvuste segamise efekt saadakse, kui värviliste valgusefiltrite asemel kasutada tselluloidile või paberile kantud õhukesi värvikihte.

Eelkirjeldatud värvuste tekitamise meetodi juures värvuste segamise kaudu me lähtusime valgest valgusest, mis sisaldab ühesugustes hulkades põhilisi primaarvärvusi ja varieerime nende hulka, eraldades igast põhivärvusest ühe või teise osa. Sellist värvuste tekitamise viisi nimetatakse *subtraktiivseks* ehk lahutamismeetodiks (ladina *k. subtrahere* — lahutama).

Subtraktiivse meetodi juures on valge valguse allikaks valgustatud valge pind. Sinise primaarvärvuse neeldumiseks tuleb kasutada sellist värvainet (või värvilisest valgusefiltrit), milline neelab siniseid kiiri ja laseb muutamatult läbi rohelised ja punased kiired. Sääraseks värvaineks on kollane täiendvärv tema poolt neelatavaile sinistele kiirtele. Rohelise primaarvärvuse lahutamiseks tuleb kasutada purpurset värvainet, mis on rohelise täiendvärviks, punase primaarvärvuse lahutamiseks — taevasinist (sini-rohelist) värvainet, mis on punase täiendvärviks. Nõnda kasutatakse subtraktiivse värvuste tekitamise meetodi juures koostisvärvidena kollast, purpurset ja taevasinist värvainet.

Muutes iga värvaine neelamisvõimet (näiteks värvikihi paksuse muutmisega), võime tekitada iga soovitud värvitooni.

Joonisel 11 on näidatud värvuste subtraktiivse segamise tulemused.

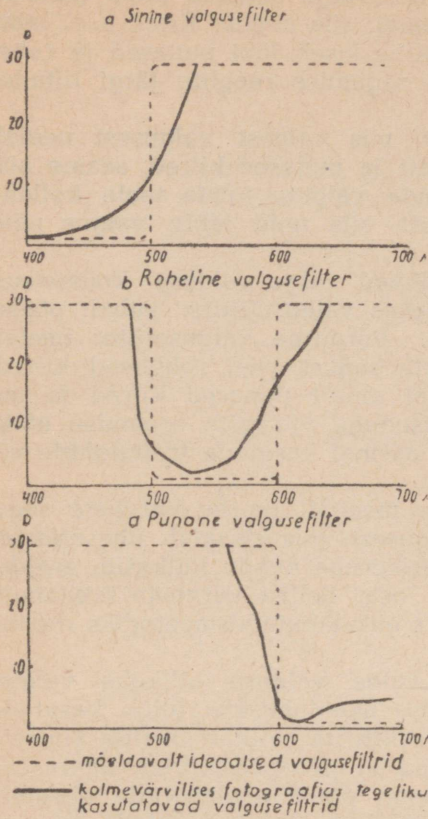
Kui kolme primaarvärvuse (sinise, rohelise ja punase) additiivse segamise juures kogusummas saadakse valge värvus, siis kolme subtraktiivse koostevärvuse (kollane, purpurne ja taevasinine) segamise tulemuseks on must värvus.

§ 4. Värviliste fotoülesvõtete põhiprintsiip.

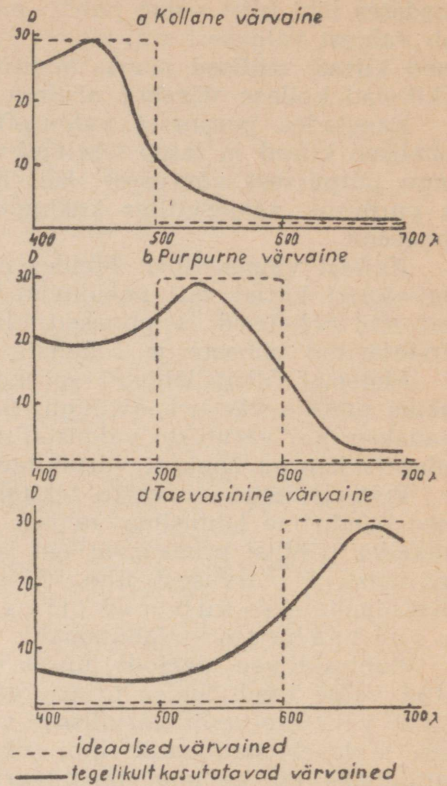
Kõik praegusaegsed värvilise fotograafia meetodid lähtuvad nägemise kolmevärvilisuse teooriast ja on kolmevärvilised. Kõikide nende meetodite põhiprintsiibiks on tõekspidamine, et kõiki värvusi on võimalik tekitada kolme põhilise primaarvärvuse segamise teel.

Värvilise fotokujutise saamiseks on võimalik kasutada nii additiivset kui ka subtraktiivset värvuste tekitamise viisi. Vastavalt sellele

jagunevad värvilise fotograafia meetodid kahte rühma: additiivsed ja subtraktiivsed meetodid.



Joon. 12. Kolmevärviliseks värvuste lahutamiseks määratud valgusefiltrite spektraalse neeldumise kõverad.



Joon. 13. Kolmevärvilise fotograafia värvainete spektraalse neeldumise kõverad.

Ükskõik millise värvuse fotograafilise edasiandmise protsessi võib kujutleda järgmiselt: teame, et vajalikes hulkades võetud kolme põhivärvuse segamisega võib saada iga värvust; seepärast on esmalt tarvis leida, millisel hulgal neid põhivärvusi on vajalik võtta soovitud värvuse saamiseks. Seda lähtevärvuse kolmeks põhikoosteosaks lahutamise operatsiooni nimetatakse värvuseanalüüsiks ehk värvuse lahutamiseks. Teine operatsioon, mida nimetatakse värvusesünteesiks ehk värvuse moodustamiseks, seisneb kolme põhilise koostevärvuse vajalikes proportsioonides segamises, selleks et uuesti saada lähtevärvust. Järelikult on värvilise fotoülevõtte saamise protsessis vajalik igal antud juhul lahendada värvuse analüüsi ja värvuse moodustamise ülesanne. Ideaalse värvuseanalüüsi ja värvuse moodustamise kindlustamiseks on esmajärjekorras vaja, et selleks kasutatavad valgusefiltrid ja värvained neelaksid spektrist ühe kolmandiku või kaks kolmandikku kiiri, s. t. omaksid joonistel 12 ja 13 punktiirjoontega näidatud neeldumiskõverad.

Värvilise fotograafia praksises kasutatavatel filtritel ja värvainetel on neeldumiskõverad, mis on kujutatud joonistel 12 ja 13 katkematu joonega.

Need kõverad erinevad ideaalseist märgatavalt ja see ongi peamiseks põhjuseks, miks värvuse moodustamisel tekivad kõrvalekaldu- mised võrreldes looduslike värvustega ja miks värvuste edasiandmine värvilistel fotodel ei ole täiuslik.

Seepärast ei olegi õige nimetada värvilist fotograafiat „fotograa- fiaks loomulikes värvustes“. Iga fotohuviline, kes hakkab tegelema värvilise fotograafiaga, leiab et igal kolmevärvilisel meetodil on puu- dusi, ükski neist ei võimalda ideaalset (loomulikku) värvuste edasi- andmist; on võimalik tekitada ainult enam või vähem looduslikule vär- vusele vastavat kujutist.

§ 5. Värviliste kujutiste saamise additiivne meetod.

Vaatleme värvilise kujutise saamist additiivsel meetodil, võttes vär- viliseks objektiks joonisel 14 kujutatud värvuste skaala.

Esimene ülesanne seisneb selles, et lahutada fotografeeritava objekti iga värvus kolmeks põhivärvuseks (punane, roheline ja sinine) ja ära määrata objekti igas antud värvuses nende põhivärvuste hulk selleks, et edasiseit neid samas proportsioonis segades moodustada objekti lähtevärvuse. Protsessi seda esimest staadiumi — värvuse analüüsi — võib praktiliselt läbi viia nii: võtame kolm värvilist valgusefiltrit, mille- dest igaüks laseb läbi ainult üht primaarvärvust, s. t. punase, roheline ja sinise valgusefiltri. Teeme antud objektist kolm ülesvõtet (ühe võtte iga filtriga) pankromaatilisel materjalil, mis on küllalt ühtiase tund- likkusega nähtava spektri kõikide kiirte suhtes. Peale tavalist foto- graafilist töötlemist saame kolm negatiivi, kus igaühel tekib tumene- mine neis kujutise kohtades, mis vastavad objekti kohtadele, millised peegeldavad seda või teist primaarvärvust ja mis tungib läbi vastava valgusefiltri.

Näiteks negatiivil, mis saadakse ülesvõttel punase valgusefiltriga, tumenemised asuvad kohtadel, mis vastavad skaala kollasele, puna- sele, purpursele ja valgele väljale, sest kõik need väljad peegeldavad punaseid kiiri, mida punane valgusefilter läbi laseb. Negatiivi osades, mis vastavad sinisele, taevasinisele ja rohelinele väljale, tumenemist ei teki, kuna need väljad ei peegelda punaseid kiiri; sinised ja rohe- lised kiired aga, mida peegeldavad kolm esimest välja, neelduvad puna- ses valgusefiltris ja ei jõua fotoplaadini. Hall väli, mis peegeldab vähesel määral spektri kõiki kiiri, tekitab punase koostosa arvel nõrga tumenemise. Must väli, mis väga vähesel määral peegeldab valget val- gust, üldse tumenemist ei tekitata.

Kahe teise negatiivi juures tiheduste jagunemine on teistsugune, vastavalt sellele, milliseid kiiri peegeldab skaala üks või teine väli ja mis neelduvad vastavas valgusefiltris. Nii saadakse igal vastaval negatiivil kujutis, mis on tekkinud objekti iga värvuse punase, roheline või sinise komponendi toimel. Saadud negatiive nimetatakse kom- ponentnegatiivideks; vastavalt kasutatud valgusefiltreile nime- tatakse neid tinglikult „punaseks“, „rohelineks“ ja „siniseks“ kom- ponentnegatiiviks.

Selleks et moodustada objekti lähtevärvusi, kopeeritakse igast kom- ponentnegatiivist positiivne kujutis, mida harilikult nimetatakse kom- ponentpositiiviks. Kui asetada komponentspositiivid projektsioonaparaati, pannes iga komponentspositiivi ette vastava valgusefiltri ja projekteerida kolm kujutist ekraanile, nii et nende kontuurid ühte langevad, siis saame tulemuseks värvilise skaala, mis vastab objekti lähtevärvustele.

Näiteks skaala roheline väli, mis peegeldab ainult rohelist kiiri, tekitab tumenemise ainult „rohelistel“ komponentnegatiividel, kuna punane ja sinine valgusefilter neelavad rohelist kiiri ja need ei saa mõjuda fotoplaadile punase ja sinise valgusefiltriga võtte teostamisel. Komponentpositiivide valmistamisel näeme vastupidist pilti: komponentpositiividel, mis kopeeritud „sinisest“ ja „punasest“ komponentnegatiivist, tekivad skaala roheline väli vastaval kohal läbipaistmatud kihid; „rohelistel“ negatiivist kopeeritud komponentpositiividel aga skaala roheline väli vastaval kohal tumenemist ei teki. Kolme komponentpositiivi üheaegsel projekteerimisel skaala roheline väli vastaval kohal valgustatakse ainult läbi „rohelistel“ negatiivist saadud komponentpositiivi ja läbi roheline valgusefiltri. See väli on ekraanil valgustatud ainult roheliste kiirtega ja on roheline värvusega.

Vaatleme teist näidet: skaala kollase välja moodustamist.

Nagu teada, on kollane värvus punaste ja roheliste kiirte additiivne segu, mille toimel „punasel“ ja „rohelistel“ negatiividel tekib kollasele väljale vastaval kohal tumenemine, „sinisel“ negatiividel aga läbipaistev koht, sest punane ja roheline valgusefilter lasevad läbi vastavalt punaseid ja rohelist kiiri, kuna sinine valgusefilter need neelab.

Komponentpositiividel saadakse vastupidine pilt ning tulemuseks on, et kollane väli on ekraanil valgustatud punaste ja rohelist kiirtega, mis additiivse segamise reeglite järgi (vt. § 2) moodustavad kollase värvuse.

Üeldu paremaks mõistmiseks soovitame lugejal jälgida ja lahtimõtestada joon. 14 järgi värvilise skaala ülejäänud värvuste moodustumist.

Joonisel 14 on toodud ainult põhivärvuste moodustamise skeem. Kui objekt omab teisi, keerukamaid vahetoone, mis koosnevad kõigest kolmest koosteosast, siis komponentnegatiividel tekivad tumenemised, mis vastavad lähtevärvuses sisalduvale kolme põhivärvuse hulgaile. Seejuures komponentpositiividel saadakse sellised tumenemised, mis projekteerimisel lasevad läbi edasiseks lähtevärvuse additiivseks moodustamiseks vajaliku valgushulga.

§ 6. Värviliste kujutiste saamise subtraktiivne meetod.

Vaatleme sama värvilise skaala fotografeerimisel värvilise kujutise moodustamist subtraktiivsel teel (joon. 15).

Joonisel 15 selgub, et subtraktiivse meetodi juures värvuse lahutamise protsess ei erine värvuse lahutamisest additiivse meetodi puhul. Värvuse moodustamise viis on siin aga teistsugune.

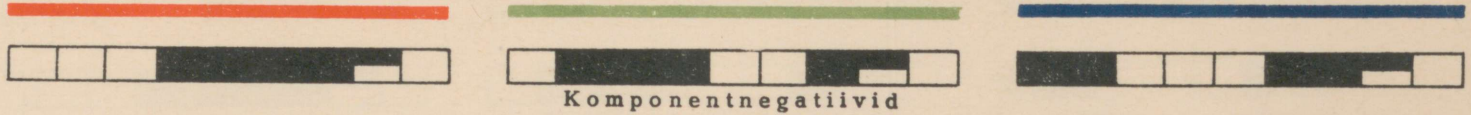
Subtraktiivse meetodi juures kuuluvad komponentnegatiividest saadud kolm komponentpositiivi edasisele töötlemisele, näiteks toonimisele; selle tulemusel must-valged komponentpositiivid muudetakse ühevärvilisteks positiivseks kujutisteks. Komponentpositiividele on vaja anda see värvus, mis on ülesvõtte juures kasutatud valgusefiltri täiendvärvuseks. „Punasest“ negatiivist saadud komponentpositiiv värvitakse punase täiendvärvi taevasinisega, „rohelistel“ negatiivist saadud positiivroheline täiendvärvi purpurgiga ja positiiv „sinisest“ negatiivist — sinise täiendvärvi kollasega. Pärast seda asetatakse kõik kolm ühevärvilist komponentpositiivi üksteise peale (kontuuride ühte langedes) valgele aluspõhjale (paberile); tulemuseks on objekti värviline kujutis. Additiivse värvuste moodustamise meetodi juures värviline valgus tun-

I VÄRVUSTE LAHUTAMINE

Pildistatav objekt

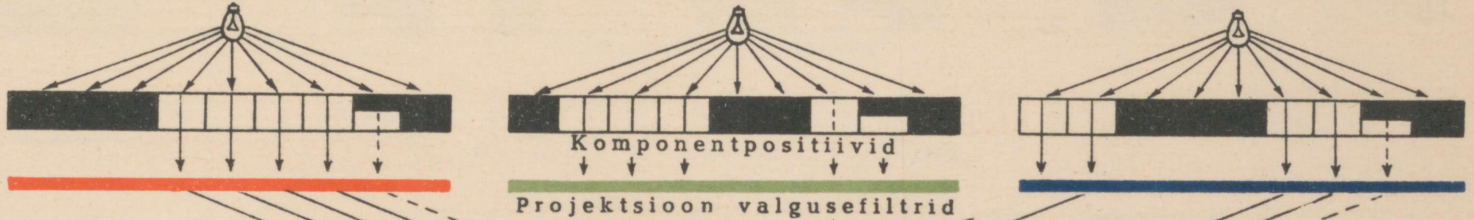


Pildistamine läbi valgusefiltrite



II VÄRVUSTE MOODUSTAMINE

Valge valguse allikad



Objekti värviline kujutis selle vaatlemisel ekraanil või läbivas valguses (vastu valgust)

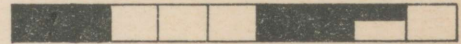
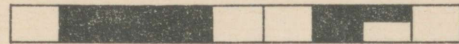
Joon. 14. Additiivse meetodi kaudu värvilise kujutise saamise skeem.

I VÄRVUSTE LAHUTAMINE

Pildistatav objekt

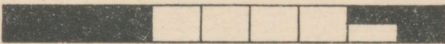


Pildistamine läbi valgusefiltri

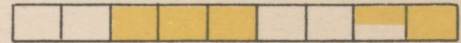
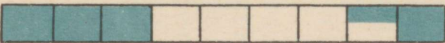


Komponentnegatiivid

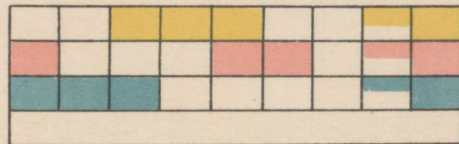
II VÄRVUSTE MOODUSTAMINE



Komponentpositiivid



Värvitud komponentpositiivid



- kollane komponentpositiiv
- purpurne komponentpositiiv
- taevasinine komponentpositiiv
- alus

Ühtesobitatud komponentpositiivid



Objekti värviline kujutis vaadelduna
peegelduvas valguses

Joon. 15. Subtraktiivse meetodi abil värvilise kujutise saamise skeem.

gib läbi komponentpositiivide läbipaistvate kohtade. Subtraktiivse meetodi juures, vastupidi, kasutatakse värvuste moodustamiseks ära komponentpositiivide tumenenud kohad, kusjuures hõbeda tumenemised asendatakse värvainetega.

Positiivi mustad kohad vastavad neile kohtadele, kus puuduvad kiired, mida lasevad läbi ülesvõtte juures kasutatavad valgusefiltrid. Seepärast hõbekujutise asendamisel värvainega on vaja valida säärane värvaine värvus, mis täiesti neelaks kiired, mida laseb läbi valgusefilter. Selliseks värviks on valgusefiltri täiendvärv. Nimelt seepärast on vajalik „punasest“ negatiivist saadud positiiv asendada taevasinise positiiviga, komponentpositiiv „rohelist“ negatiivist — purpurse positiiviga, komponentpositiiv „sinisest“ negatiivist — kollase positiiviga.

Chevärviliste komponentpositiivide (taevasinine, purpurne ja kollane) ülesandeks on eraldada valgest valgusest, mille allikaks on subtraktiivse värvilise kujutise valge alus (vt. § 3), kolme primaarvärvusega (punaseid, rohelist ja siniseid) kiiri. Selleks et rõhutada sellist lahutavat toimet põhiliste primaarvärvuste suhtes, nimetatakse taevasinist värvust sageli ka „miinus-punaseks“, purpurret värvust — „miinus-roheliseks“ ja kollast värvust — „miinus-siniseks“.

Lõpuks käsitleme joonise 15 järgi mõnd näidet üksikute skaala väljade subtraktiivse värvusemoodustamise kohta.

Skaala sinine väli peegeldab ainult siniseid kiiri. Ülesvõtte juures sinised kiired neelatakse punases ja rohelistes valgusefiltris ja pääsevad läbi sinisest valgusefiltrist. Komponentnegatiividest saadakse järelikult sinise välja tumenemine ainult „sinisel“ negatiivil. Vastavalt sellele saadakse sinisele väljale vastava koha tumenemine komponentpositiividel, mis on kopeeritud „punasest“ ja „rohelist“ negatiivist. Pärast must-valgete positiivide asendamist värvilistega ja nende valgele alusele asetamist saame sinise välja kohal: all — taevasinine värvaine, keskel — purpurne värvaine, ülal — läbipaistev koht (kollase värvaine puudumine). Järelikult selline väli on (tume) sinise värvusega. Tõepoolest — aluspõhjalt tulev valge valgus läbib algul all asuva taevasinise (miinus-punase) värvaine, kusjuures sellest lahutatakse punased kiired; edasisel purpurse (miinus-rohelise) värvaine läbimisel neelatakse valgusest rohelist kiired; järelejäänud sinised kiired, läbinud mõlemad värvikihte satuvad meie silma ja me saame sinise värvuse aistingu.

Kollase välja puhul näiteks, nagu näha jooniselt 15, aluspõhjalt peegeldunud valge valguse koosseisust lahutatakse kujutise ülemises kihis asuva kollase (miinus-sinise) värvaine poolt ainult sinised kiired. Vabalt läbitungiv segu punastest ja rohelistest kiirtest kutsub silma sattudes esile aistingu kollasest värvusest.

Samalaadset arutelu tuleb kasutada ka teiste värvuste moodustamise selgitamiseks.

Keerukamail juhtudel, kui lähtevärvus liidetakse kõigist kolmest primaarvärvusest, mis võetud erinevais hulkades, komponentnegatiivide tumenemine, s. t. komponentpositiivide tumenemine ja värvainete hulk, mis saadakse igas positiivis hõbeda asemel, oleneb keerukas lähtevärvuses sisalduvate põhiliste primaarvärvuste koguste vahekorra-st. Nimelt see võimaldabki moodustada ükskõik millist lähtevärvust.

II peatükk.

VARVILISE FOTOGRAAFIA ADDITIIVSEID MEETODEID. VARVILINE FOTOGRAAFIA RASTERMATERJALIDEL.

§ 7. Valgustundlikud rastermaterjalid ja nende kasutamise põhimõte.

Additiivse värvilise kujutise saamise printsiibi värvilises fotograafias kasutamise õnnestunud lahenduseks on rastermenetlus, esimene värvilise fotograafia meetod, mis fotohuviliste hulgas laialt levinud. Rastermaterjalid, mis esimest korda lasti välja 1907. a., püsisid müügil peagu kuni käesoleva ajani; nende kasutuselevõtmine lõi värvilise fotograafia ajaloos uue epohhi. Alles viimase kümne aasta jooksul astus rastermenetluse asemele värvilise fotograafia meetod kolmekihilistel materjalidel ja värvilise ilmutamisega.

Rastermaterjalidel pildistamise põhiprintsiibiks on ruumiliselt eraldatud värvuste additiivse segamise printsiip (vt. § 2).

Rasterplaadi või -filmi ehitus on näidatud joonisel 16. Alusele (klaas või tselluloid) on kantud õhuke värvusetu kleepuv aluskiht, mille ülesandeks on järgmise, rasterkihi, kinnihoidmine. Aluskihile kantakse ühes kihis vajalikul viisil valitud segu mikroskoopiliselt väikseist läbi- paistvaist teradest, mis on värvitud põhivärvustes: punaseks, roheliseks ja siniseks.

Need terad täidavad äärmiselt väikeste värvust lahutavate valgusefiltrite osa; nende väikeste terakeste (või nagu neid harilikult nimetatakse — elementide) poolt moodustatud kolmevärvilist mikrofiltrit nime- tatakse rastroks. Rastri elemendi keskmine suurus on umbes 10 mikrooni, s. t. 0,01 mm.

Vaadates vastu valgust näib säärane raster meile värvuste additiivse segunemise tõttu hallina, kuna silm ei eralda üksikuid rastro- elemente nende väikese suuruse tõttu.

Kui mingil viisil rasterkihil kinni katta (pimendada) kõik sinised terad, siis, vaadeldes rastroit vastu valgust (või ekraanile projekteeri- misel) satuvad meie silma ainult rohelised ja punased kiired, mis läbi- vad vabalt jäänud rastroelemente ja me näeme kollast värvust.

Kui samal viisil kinni katta kõik rohelised terad, siis saame siniste ja punaste kiirte additiivse segamise tulemusena purpurse värvuse.

Kattes kinni vajalikes proportsioonides osaliselt kõiki värvi teri, võib saada üskõik millise soovitud värvuse.

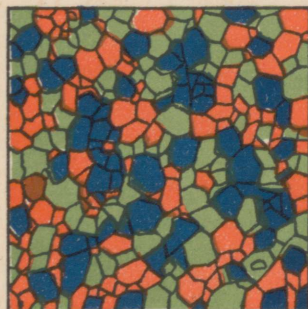
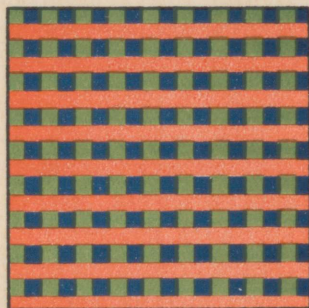
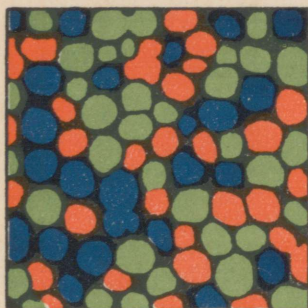
Olemasolevate värvilise fotograafia rastermenetluste juures rastroi ühe või teise värvi elementide katmine toimub fotograafilise protsessi abil.

On olemas mitut tüüpi rastreid (joon. 17).

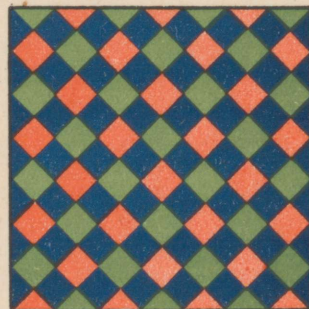


Joon. 16. Rastermaterjalide ehituse skeem.

a — alus, b — kleepuv aluskiht, d — rastri värvilised elemendid (terad).
e — kaitsekiht, g — pankromaatiline ümberpööratav emulsioon.



a



b

Joon. 17. Mitmesuguseid rastriliike:

a — mosaiksed, reeglipäratud rastrid. b — reeglipärased rastrid

Rastri elemendid võivad olla jaotatud plaadi või filmi pinnale juhuslikkuse seaduse alusel kujunenud mosaiigina; säärast rastrit nimetatakse ebareeglipäraseks, mosaiigiliseks või kaootiliseks. Kui raster koosneb korrapäraselt asetatud elementidest, näiteks joontest, mis moodustavad kolmevärvilise võrgu, nimetatakse seda regulaarseks või lineaarseks.

Et kaitsta rastrikihti fotograafilisel töötlemisel lahuste mõju eest, kaetakse see veekindla lakiga. Kaitsva lakikihi peale kantakse pankromaatiline emulsioon, mis on tundlik spektri kõikidele kiirtele.

§ 8. Värviliste kujutiste tekkimine rastermaterjalidel.

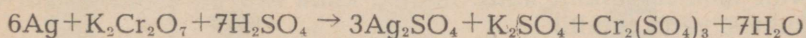
Joonisel 18 on esitatud värvilise kujutise tekkimine rastermenetlusel, meile tuttava värvilise skaala fotografeerimisel.

Rastermaterjalil pildistamiseks võib kasutada iga fotokaamera. Samuti nagu iga teise kolmevärvilise fotograafia meetodi juures, objektilt peegelduv valgus peab värvuse lahutamise läbiviimiseks läbima enne valgustundlikule materjalile jõudmist värvust lahutavaid valgusefiltreid. Rastermenetluse juures toimub värvuse lahutamine mikroskoopiliselt väikestes valgusefiltreis, milledeks on rastrielemendid. Seepärast tuleb rasterplaat asetada kasseti mitte nagu harilikult — emulsioonikihi objektivi poole, — vaid vastupidi, klaasi- või tselluloidiküljega (s. t. rastrikihi poole).

Kiirte toimel, mis läbivad vastavaid rastrielemente, tekib emulsioonikihis latentne kujutis. See kujutis ilmutatakse esimesel (negatiivsel) ilmutamisel välja energilises ilmutis, mille koostises leelisena harilikult kasutatakse ammoniaaki. Esimesel ilmutamisel see osa rastriterasid, mis lasksid läbi objektilt tulevaid kiiri, kattuvad objekti negatiivse läbipaistmatu metallilisest hõbedast kujutisega.

Selleks et saada objekti värvilist kujutist on, vastupidi, vaja täiesti vabastada terad, mis kattusid hõbedaga esimesel (negatiivsel) ilmutamisel ja täielikult katta kõik rastrit ülejäänud terad. See saavutatakse järgneva ümberpööramisprotsessi ja teise (positiivse) ilmutamisega.

Ümberpööramisprotsess seisneb esimesel ilmutamisel saadud metallilisest hõbedast kujutise eemaldamises (lahustamises). Selleks töödeldakse plaati pärast esimest ilmutamist ja lühikest pesemist lahuses, mis sisaldab kaaliumdikromaati ja väävelhapet. Seejuures toimub metallilise hõbeda muutumine vees lahustuvaks hõbesulfaadiks, mis pestakse kihist välja.



Ümberpööramise tulemusena rastrielemendid, mis on vajalikud värvilise kujutise moodustamiseks, said vabaks ja me võime juba värvilist kujutist näha. Tugeva valgusallika ees vaatlemisel valgus läbib aga siiski ülejäänud rastrielemente ja muutumatuks jäänud emulsioonikihi kohti, halvendades värvilise kujutise kvaliteeti.

Et ära hoida valguse tungimist läbi nende rastrielementide, mis ei pea osa võtma värvilise kujutise tekitamisest, on vaja need elemendid kinni katta. Selleks valgustatakse hõbehalogeniidi, mis plaadis jäi muutumatuks, tugeva valgusallika abil ja teostatakse teine (positiivne) ilmutamine. Pärast seda tuleb värviline kujutis kas vastu valgust vaadeldes või ekraanile projekteeritult värvide täies ereduses esile.

Eelteadmistega lugejale ei valmista raskusi antud skeemi järgi

iseseisvalt orienteeruda rastermeetodil värvilisel pildistamisel objekti mitmesuguste värvuste moodustamise osas.

Rastermaterjalide töötlemine koosneb niisiis järgmistest operatsioonidest: 1) esimene (negatiivne) ilmutamine; 2) esimene pesemine; 3) ümberpööramine; 4) teine pesemine; 5) valgustamine ja teine (positiivne) ilmutamine; 6) lõplik pesemine.

Esimene (negatiivne) ilmutamine. Rastermaterjalide ilmutamiseks kasutatakse, nagu juba mainitud, energilisi ilmutisegusid, mis sisaldavad leelisena ammoniaaki.

Metool-hydrokhinon-ilmuti rastermaterjalide jaoks.

Metool	7 g
Hydrokhinon	8 g
Naatrumsulfit, veevaba	100 g
Kaaliumbromiid	6 g
Ammoniaak 25%	32 ccm
Vesi, destilleeritud	1000 ccm

Saadud segu lahjendatakse enne tarvitamist veega 1 : 3. Ilmutusaeg 2½ min. +15° juures.

Esimene pesemine. Esimene pesemine toimub voolavas vees 1 minuti jooksul.

Ümberpööramine. Ümberpööramiseks on kõige kohasem järgmine kaaliumdikromaadi ja väävelhappe lahus:

Kaaliumdikromaat	5 g
Väävelhape, konts. (erik. 1,84)	10 ccm
Vesi	1000 ccm

Töötamise kestus ümberpööramislahuses — 2 min.

Teine pesemine. Teine pesemine kestab jooksvas vees 2 minutit.

Valgustamine ja teine (positiivne) ilmutamine. Valgustamata hõbehalogeniid, mis pärast ümberpööramist jäi plaadis alles, tuleb valgustada ja ilmutada. Harilikult need protsessid liidetakse ja valgustamine toimub ilmutusprotsessi jooksul; teine ilmutamine viiakse seepärast läbi tugeva lambi valgusel või kõige parem — päevavalgusel. Teiseks ilmutamiseks kasutatakse sama ilmutit, mida kasutati esimeseks ilmutamiseks. Olenevalt valgustuse tugevusest kestab teine ilmutamine 2—5 minutit.

Lõplik pesemine. Lõplik pesemine kestab jooksvas vees 5 minutit, mille järel toimub kuivatamine. Kuivatamist on soovitatav läbi viia kiiresti, mis tagab värvuste parima küllastusastme. Samuti on soovitatav järgnevalt emulsioonikiht katta lakiga, kuna see on mehaaniliste vigastuste suhtes väga tundlik.

Töötlusrežiim ja selleks kasutatavate lahuste retseptid on harilikult antud müüdavatele rastermaterjalidele lisatud juhendeis. Kuna iga meetodi juures töötlusrežiim ja lahuste retseptid on veidi erinevad, siis on soovitatav alati juhendeist täpselt kinni pidada.

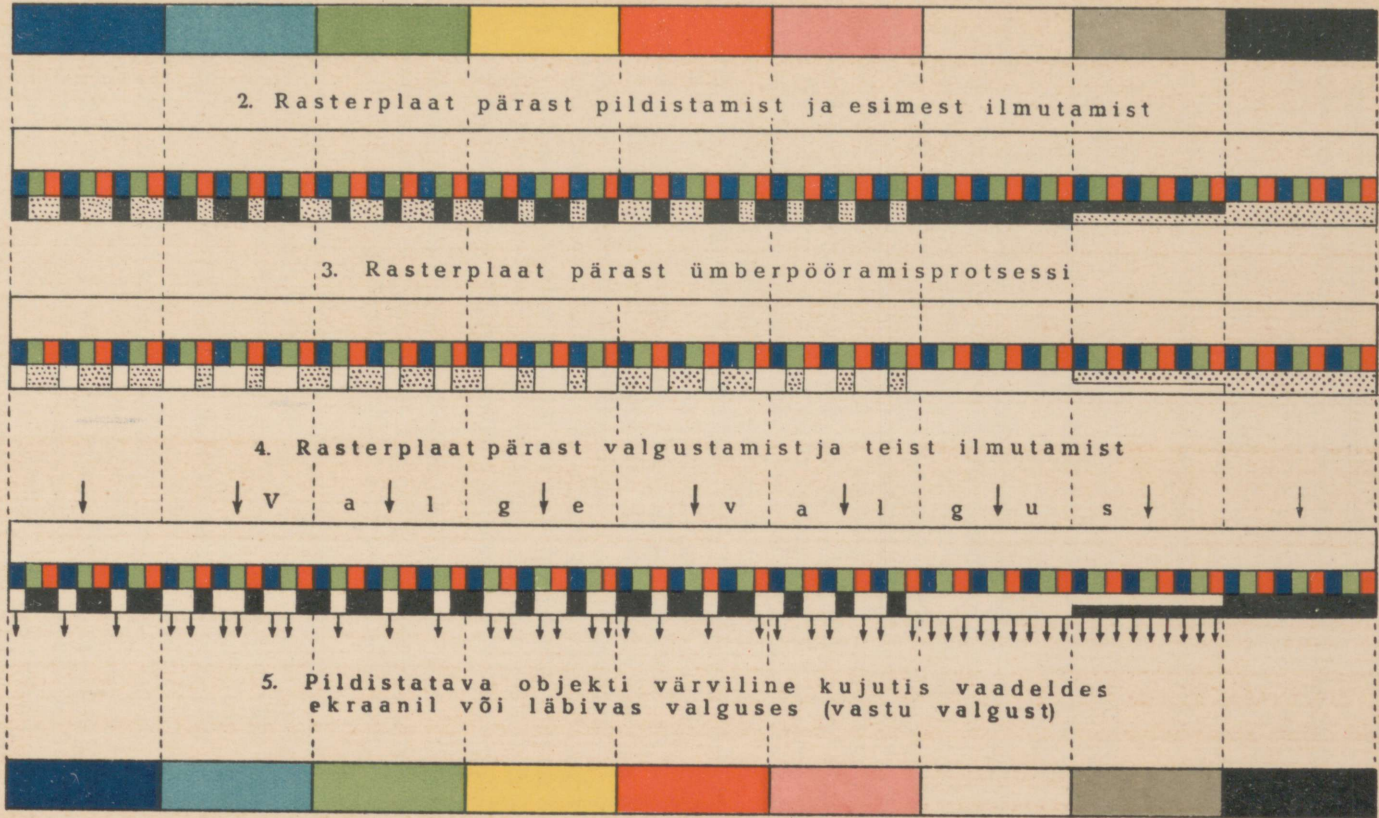
§ 9. Rastermeetodite üldine hinnang.

Kõikidel rastermeetoditel on järgmised eelised ja puudused:

Eelised

1) Võimalus kasutada (erinevalt suuremast osast subtraktiivseist meetodeist) harilikke fotokaameraid;

1. Pildistatav objekt



Joon. 18. Rastermeetodi kaudu värvilise kujutise saamise skeem.

- 2) väga hea värvuse ülekanne, harilikult parem kui subtraktiivsete meetodite juures;
- 3) momentvõtete võimalus;
- 4) töötlemise lihtsus;
- 5) töötlemise kiirus (värviline diapositiiv võib olla valmis kuivamiseks 20—30 min. jooksul pärast töötlemise algust);
- 6) võrdlemisi madal materjalide ja töötlemisel vajalike kemikaalide hind.

P u u d u s e d

- 1) Vajadus kujutise vaatlemiseks läbivalguses või ekraanil; ei ole võimalik saada kujutist paberile;
- 2) värvilise ülesvõtte unikaalsus;
- 3) kujutise teralisus;
- 4) väga väike särituslaius ja õieti edasiantavate heleduste väike intervall.

Rastermeetodite kasutamise võimalus ainult läbipaistvate kujutiste saamiseks on tingitud väga suurest värvuste heleduse kaotusest nende meetodite juures. Rasterkiht neelab temale langevast valgusest parimal juhul vähemalt 80%. Seepärast annab rasterplaat valge värvuse edasi hallina optilise tihedusega umbes 0,7. Vaadeldes rasterdiapositiivi läbivas valguses hoiame ära kõrvaltvalguse ja silma kohanemisvõime tõttu aistame nõrgendatud valgust, mis läbib plaadi „valgeid“ kohti nagu puhast valget. Kui vaatleme rasterdiapositiivi peegelduvas valguses, siis avastame, et heledusekaotus on märgatav: „valged“ kohad näivad hallidena ja teistel värvidel on määratud värvus.

Tuleb arvestada, et vaadeldes värvilisi kujutisi läbivas valguses olenemata sellest, kas need on saadud additiivsel või subtraktiivsel meetodil, oleme paremais tingimustes kui läbipaistmatute kujutiste puhul paberil (või läbipaistmatul tselluloidil). Eriti selgub see siis, kui kujutist vaadeldakse ekraanile projekteerimise teel tingimustes, kus hoitakse ära hajutatud kõrvaltvalgus ja on võimalik hea värvuste kohastumine. Siin me hindame kujutise värvusi (eriti valget) ainult omavahel ümbrusega võrdlemata, mis loob mulje värvuste tunduvalt küllastumisest; kõige läbipaistvamad „valged“ kohad paistavad meile seejuures puhta valgena.

Värvilise ülesvõtte unikaalsus on tingitud sellest, et praktiliselt on võimatu originaalist saada koopiaid, mis rahuldaksid värvuste ülekande kvaliteedilt, see on paratamatult seotud värvuste küllastumisastme vähenemisega.

Kujutise teralisus sõltub kasutatava rastri elementide mõõteist. See puudus raskendab ka rastervõtete polügraafilist reprodutseerimist. Rastermaterjalide säritusaja diapason ja õigesti edasiantavate heleduste intervall on kujutise ümberpööramise tõttu eriti väikesed.

Rastermenetluse tõsised eelised, esmajärjekorras — võimalus kasutada harilikke fotokaameraid ja teha liikuvaist objektidest momentvõtteid ühes hea värviülekandega, töötluse kergus ja lihtsus ning menetluse üldine odavus, olid põhjuseks, et 1907—1935. a. rastermenetlus võistles edukalt värvilise fotograafia subtraktiivsete meetoditega.

Kuigi selleaegsed subtraktiivsed meetodid (pigment-protsessid, hydrotüüp-menetlused) võimaldasid saada praktiliselt piiramatul hulgal värvilisi äratõmbeid paberile, vajasid need momentvõtteiks spetsiaal-seid, väga kalleid fotokaameraid, erilisi fotomaterjale, olid väga keeru-

kad ja aegaviitvad ning ei andnud nii häid ja kvaliteedi osas kindlaid tagajärgi kui rastermenetlused.

Ainult uusimate värvilise fotograafia meetodite väljatöötamise järele, milledes on ühendatud endise fotograafia additiivsete ja subtraktiivsete meetodite eelised kolmekihiliste valgustundlike materjalide ja värvilise ilmutamise kasutuselevõtmisega, hakkasid kõik endised meetodid (esmajärjekorras rastermenetlused) järk-järgult oma tähtsust kaotama.

Käesoleval ajal on rastermenetluste tähtsus väike, omal ajal aga etendasid nad suurt osa. Rastermenetlus on additiivse printsiibi kasutamise näiteks värviliste kujutiste saamisel ja oli esimeseks laialt levinud ning tehniliselt lihtsaks värvilise fotograafia meetodiks.

III p e a t ü k k .

VARVILISE FOTOGRAAFIA SUBTRAKTIIVSEID MEETODEID.

§ 10. Komponentnegatiivide saamine.

Vastavalt eespool käsitletud värvilise kujutise saamise skeemile subtraktiivse meetodi järgi (vt. § 6), on protsessi esimese staadiumi -- ülesvõtte teostamise -- ülesandeks läbi viia värvuste analüüs (värvuste lahutamine).

Pildistamisel peab saama kolm komponentnegatiivi, millede tihedused on proportsionaalsed objekti igas punktis sisalduva primaarsete koostevärvuste hulga.

Pildistamisel saadud kolm negatiivset kujutist peavad kontuurides langema täpselt ühte, sest muidu ei saa asetada neilt kopeeritud komponentpositiivide kontuure ühte ja lõplikul äratrükil tekib värviline ääris. Selleks tuleb kõiki kolme negatiivi valgustada samaaegselt ja samast vaatepunktist.

Kui liikuvate objektide pildistamisel kolm lahutatud värvustega kujutist ei pildistata valgustundlikul materjalil üheaegselt, siis igaühel neist asub objekt liikumatu fooni suhtes veidi erinevas asendis; kokkuvõttes ei lange kontuurid ühte ja tekib samuti värviline ääris.

Additiivsete rastermeetodite juures värvuste lahutamine toimub rastri kaudu samas valgustundlikus kihis ja ühe säritusaja jooksul.

Subtraktiivsete meetodite juures lahutatud värvustega negatiivsed kujutised registreeritakse eraldi kolmel valgustundlikul kihil. Kolm erinevat kujutist, milledest igaüks on tekkinud ühe primaarse koostevärvuse toimel, võidakse saada kahel teel. Esimesel juhul teostub värvuste lahutamine sel teel, et objektiivist tulev valgusvihk jaotatakse kolmeks (vastavalt primaarsete koostevärvuste arvule) nii, et igaüks neist annaks objekti tegeliku kujutise; asetades vastava valgusefiltri iga eraldatud valguskimbu teele, saadakse komponentkujutised. Teisel juhul tekitatakse ainult üks objekti kujutis ja värvuste lahutamine toimub kolme erineva spektraalse tundlikkusega valgustundliku kihi abil, mis on asetatud üksteise taha: esimene kiht (arvestades objektilt peegeldatud kiire teed) on tundlik ainult sinistele kiirtele ja registreerib „sinise“ komponentkujutise; teine kiht, mis asub esimese taqa, on tundlik rohelistele kiirtele ja registreerib „rohelise“ komponentkujutise; kolmas, pankromaatiline (täpsemalt — punasetundlik) kiht, mis asub kahe esimese taqa, registreerib „punase“ komponentkujutise.

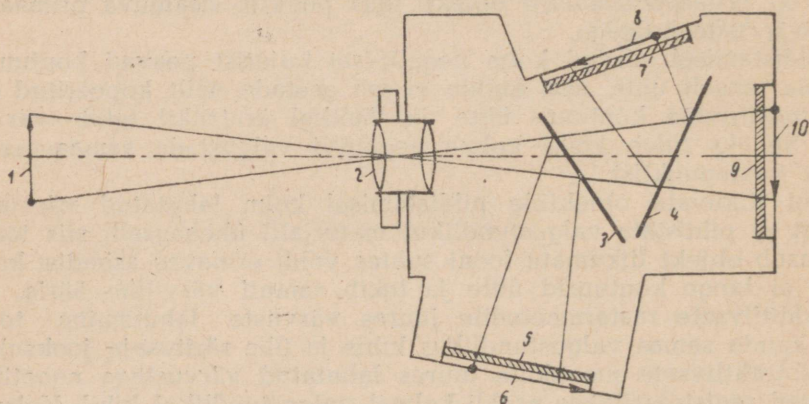
Järkiärguline pildistamine on kõige lihtsamaks valguskimbu jagamisel põhinevaks värvuste lahutamise viisiks. Selle viisi juures saa-

dakse komponentnegatiivid objekti kolmekordse pildistamise teel, iga kord läbi erineva värvusega valgusefiltri.

Järkjärguline pildistamine võimaldab kolmevärvivõteteks kasutada iga fotokaamerat ja ei vaja nende juurde mingeid eriseadmeid; see viis aga ei võimalda pildistada liikuvaid objekte. Valgusefiltreid võib järkjärgulise pildistamise juures asetada nii valgustundliku kihi kui ka objektiivi ette.

Kaamerad kolmevärvivõteteiks. Liikuvate objektide pildistamine sai võimalikuks alles pärast seda, kui konstrueeriti erilised fotokaamerad, nn. kolmevärvikaamerad üheaegse valgustamisega. Nende kaamerate juures kasutatakse objektiivile langeva valgusvihu kolmeks ruumiliselt erinevaks osaks jaotamise printsiipi. Kaamerad kolmevärvivõteteks erinevad valgusvihu jaotamise viisi poolest, mida on võimalik teostada prismade- või peeglitesüsteemi kaudu.

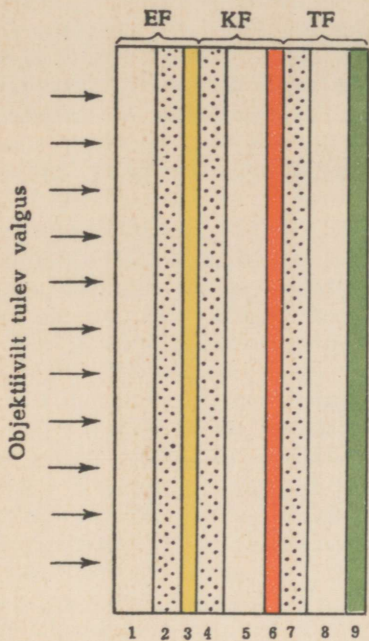
Joonisel 19 on näidatud kolmevärvikaameras kolme komponentkujutise tekkimine. Valgusvihk jaotatakse kahe nn. pool-läbipaistva peegli abil. Kiired, mis tulevad pildistatavalt objektilt 1, tungivad läbi objektiivi 2 ja langevad esimesele pool-läbipaistvale peeglile 3, mis asub objektiivi optilise telje suhtes nurga all. Peegli 3 tagumine külg on kaetud säärase õhukese peegeldava kihiga, mis laseb läbi suure osa sellele langevast valgusest ja peegeldab ainult ühe kolmandiku kõrvale, kus asetseb sinine valgusefilter 5 ja fotoplaat, millel registreeritakse



Joon. 19. Üheaegse valgustamisega kolmevärvikaameras kolme komponentkujutise tekkimise skeem.

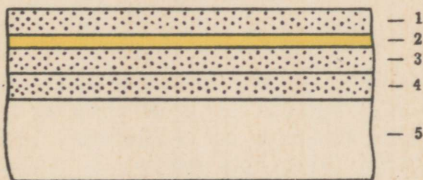
„sinine“ komponentkujutis 6. Valgus, mis läbib peegli 3, langeb teisele pool-läbipaistvalt hõbetatud peeglile 4, mis peegeldab poole temale langevast valgusest ja laseb teise poole läbi. Valguse osa, mida peegeldab peegel 4, läbib punase valgusefiltri 7 ja moodustab fotoplaadil, mis asetseb filtri taga „punase“ komponentkujutise 8. Valguse osa, mis läbib peegli 4, langeb rohelisele valgusefiltrile 9 ja moodustab selle taga asuval fotoplaadil „rohelise“ komponentkujutise 10.

Iga komponentkujutise moodustamisest võtab osa üks kolmandik valgusest, mis tungib läbi objektiivi. Et saada kujutisi, mis oleksid ühtlaselt teravad ja suuruselt täiesti ühtelangevad, on vajalik, et kolm valguskimbu teed objektiivilt fotoplaadini oleksid täiesti ühesugused



- EF — esimene film (sensibiliseerimata)
- KF — keskmine film (ortokromaatiline)
- TF — tagumine film (pankromaatiline)
- 1 — esimese filmi alus
- 2 — esimese filmi emulsioonikiht
- 3 — kollane (miinus-sinine) filtrikiht
- 4 — keskmise filmi emulsioonikiht
- 5 — keskmise filmi alus
- 6 — purpurne (miinus-roheline) filtrikiht
- 7 — tagumise filmi emulsioonikiht
- 8 — tagumise filmi alus
- 9 — valgustaravastane kiht

Joon. 20. Tripaki ehituse skeem.



- 1 — pealmine sensibiliseerimata emulsioonikiht, 2 — kollane filtrikiht, 3 — keskmine ortokromaatiline emulsioonikiht, 4 — alumine pankromaatiline (punasetundlik) emulsioonikiht, 5 — alus.

Joon. 21. Kolmekihiliste filmide ehituse skeem.

ja optiliselt ühelaadsed, s. t. tuleb võtta arvesse peeglite ja valgusefiltrite paksus.

Pool-läbipaistvate peeglite valmistamine täpselt nõutava peegeldumise ja läbipaistvusega, samuti kogu kolmevärvikaamera optilise süsteemi arvutusi ja nende valmistamine on eriti raske ning kolmevärvivõtte-kaamerate hind on seepärast üsna kõrge.

Tripak ja kolmekihilised filmid. Värvuse lahutamist (analüüsi), mis seisneb valguskiire teele järestikku kolme erineva spektraalse tundlikkusega valgustundliku kihi asetamises, võidakse teostada kahel viisil. Esimese viisi juures kasutatakse kolmele eri alusele valatud kihti, mis pildistamise momendil on tihedasti üksteise vastu surutud, mis aga edasiseks töötamiseks eraldatakse. Teise viisi aluseks on kolmekihilised materjalid, millistel kolm erineva spektraalse tundlikkusega kihti on kantud ülestikku ühele ja samale alusele ja mida töötlemiseks ei saa üksteisest eraldada.

Valgustundliku materjali näiteks, kus kasutatakse värvuste lahutamiseks üksikuid kihte kokkupandult, võiks olla nn. tripak.

Tripak kujutab endast kolme tasafilmi, mis on kokku pandud (joon. 20) ja asetatakse korraga kassetti.

Esimene (objektiivilt poolt arvates) sensibiliseerimata tripaki tasafilm, mis joonisel 20 on märgitud EF, on pööratud tselluloidküljega 1 objektiivilt poole ja on kaetud sensibiliseerimata emulsiooniga, mis on tundlik ainult sinistele ja violetsetele kiirtele. Esimese tasafilmi emulsioonikihi 2 peale on kantud väga õhuke kollane (miinus-sinine) želatiinist-valgusefilter 3, mis takistab siniste kiirte pääsmist tripaki järgmise (ortokromaatilise) tasafilmini, mis on märgitud KF. Tripaki keskmise tasafilmi ortokromaatiline emulsioonikiht 4 on surutud tihedalt esimese tasafilmi filterkihi vastu. Keskmise tasafilmi 5 aluse tagaküljele on omakorda kantud purpurne (miinus-roheline) filterkiht 6, mis takistab roheliste kiirte edasipääsu. Tagumise tasafilmi 8 alusele on valatud pankromaatiline emulsioon 7. Tagumine tasafilm on surutud tihedalt vastu keskmise filmi filterkihti. Tagumise tasafilmi TF tagaküljele on valatud valgustara vastane kiht 9. Esimene tasafilm registreerib sinise, keskmine — roheline ja tagumine — punase komponentkujutise.

Kuigi see viis on väga lihtne ja mugav, sest pildistamisel võib kasutada harilikku fotokaamerat, on tal rida tõsiseid puudusi. Enne kui valgus jõuab tripaki keskmise tasafilmini, peab ta läbima esimese tasafilmi emulsioonikihi. Emulsioonikiht on hägune keskkond ning hajutab teda läbivat valgust; keskmisel tasafilmil tekkiv kujutis ei ole seepärast täiesti terav.

Teravus väheneb veelgi tunduval määral tagumisel tasafilmil, kuhu valgus pääseb alles pärast kahe emulsioonikihi läbimist. Kuna tagumise tasafilmi emulsioon on surutud vastu keskmise tasafilmi tselluloidalust (täpsemalt — vastu purpurset filtri kihti) ja asub seega kujutise tasapinnast esimese ja keskmise tasafilmi emulsioonil tselluloidi paksuse võrra eemal, siis aitab see omakord kaasa teravuse vähenemisele.

Tagumise („punase“) negatiivi tunduv ebateravus mõjub eriti seepärast segavalt, et sellest negatiivist kopeeritud komponentpositiiv, mis värvitakse taevasiniseks, on kolmest komponentpositiivist tumedaim ja selle ebateravus on värvilisel kujutisel eriti märgatav. Tripaki saab seetõttu kasutada ainult piiratud juhtudel, näiteks portreevõtteiks, kuigi ka sel juhul tripakiga saadud negatiivid ei võimalda (küllaldase teravuse puudumise tõttu) kuigi suurt suurendamist.

Need tripaki puudused on kõrvaldatud kolmekihiliste materjalide juures, mis koosnevad ühisele alusele järjekorras kantud kolmest väga

õhukesest valgustundlikust kihist (sellise materjali emulsioonikihi kogupaksus ei ületa ühe normaalse emulsioonikihi paksust): alumisest — vastu tselluloidalist — pankromaatilisest, täpsemalt punasetundlikust kihist; keskmisest — ortokromaatilisest ja pealmisest — sensibiliseerimata kihist.

Peale põhilise kolme emulsioonikihi asub pealmise ja keskmise kihi vahel kollane želatiinist valgusefilter.

Kolmekihilise filmi ehituse skeem on antud joonisel 21, kus 1 on pealne sensibiliseerimata emulsioonikiht; 2 — kollane filterkiht; 3 — keskmine ortokromaatiline emulsioonikiht; 4 — alumine (punasetundlik) pankromaatiline emulsioonikiht; 5 — alus.

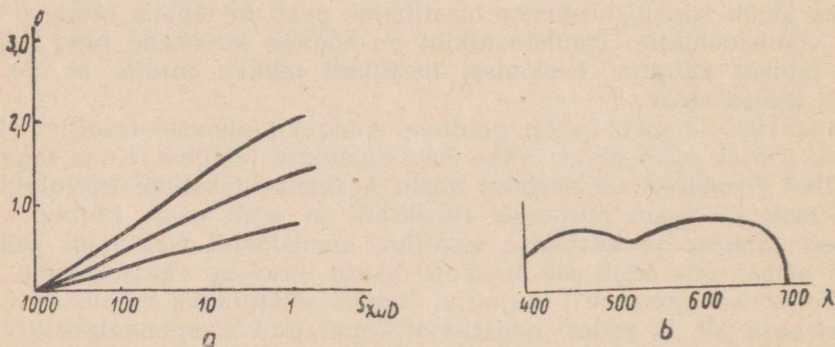
Kolmekihilise filmi üksikute kihtide (pealmise, keskmise ja alumise) toime on analoogiline tripaki esimese, keskmise ja tagumise tasafilmi omale. Pealmises kihis registreeritakse „sinine“ komponentkujutis, keskmises — „roheline“ ja alumises — „punane“.

Analoogia tõttu nimetatakse kolmekihilisi filme, millel kõik kolm kihti on ühendatud, mõnikord ka monopakiks.

Värvuste lahutamise meetodid kolmekihiliste fotomaterjalide kasutamise alusel on kõige uuemad. Kolmekihiliste materjalide kasutamise peamiseks keerukuseks on (peale nende valmistamise raskuse) see, et kolme emulsioonikihti, mis asuvad seotult ühel alusel, saab töödelda ainult üheskoos ning värvilise kujutise tekitamiseks on vaja erilisi töötlusmeetodeid.

Värviline fotograafia kolmekihilistel materjalidel on subtraktiivsete meetodite hulgas eriliseks, kõige uuemaks rühmaks, seepärast kirjeldame seda meetodit kõige üksikasjalikumalt.

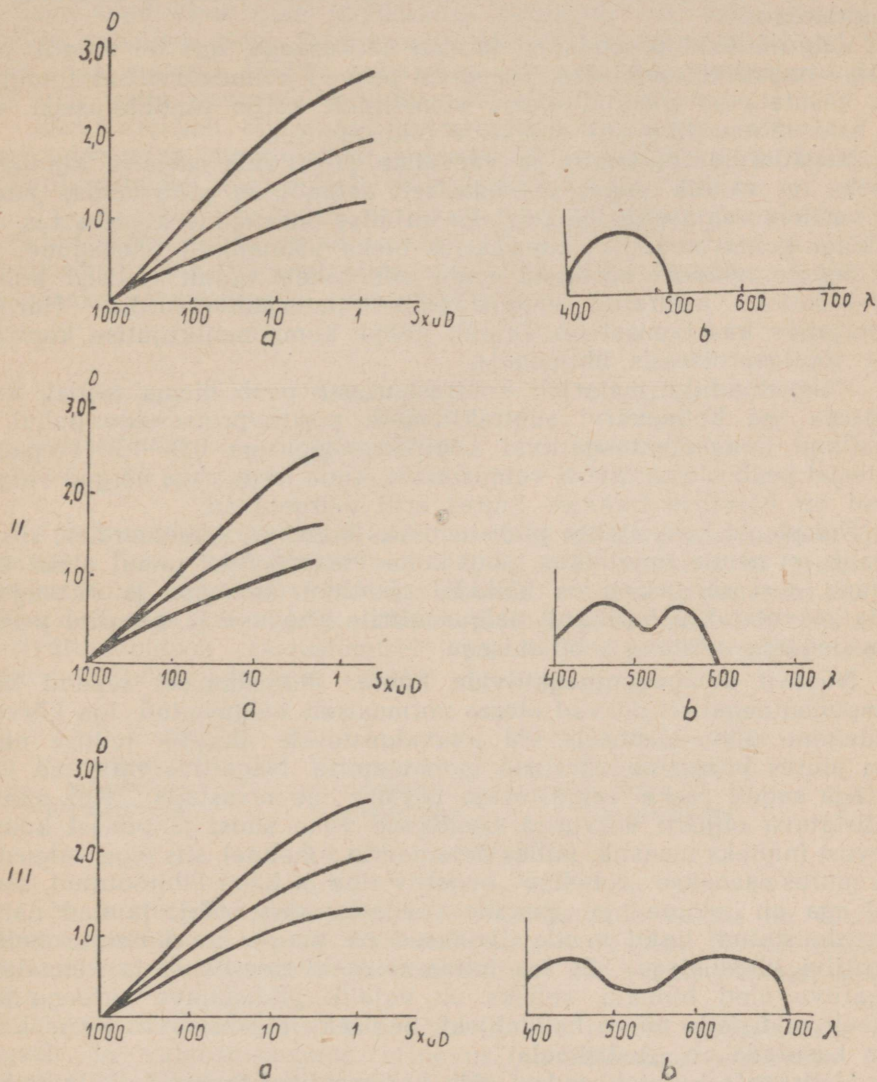
Valgustundlikud materjalid värvilisteks võteteks. Kolmevärvivõtete õigeks värvuste lahutamiseks on vajalik esiteks komplekt pildistamise valgusefiltreid, milledest igaüks laseb läbi ühe kolmandiku spektri kiirtest ja teiseks emulsioonikiht, millel on ühesugune tundlikkus spektri kõigi kiirte suhtes. Joonisel 12 on antud kolmevärvilises fotograafias kasutatavate valgusefiltrite neeldumiskõverad. Joonisel 22 antakse kolmevärvivõteteks määratud isopankromaatiliste plaatide „Trichrom“ karakteristika — ja spektraalse tundlikkuse kõverad.



Joon. 22. Fotoplaatide „Trichrom“ karakteristika-kõverad (a) ja spektraalse tundlikkuse kõver (b).

Selliseid plaate võib kasutada harilike kaamerate abil järkjärguliseks pildistamiseks ja kolmevärvikaamerais üheaegselt valgustamiseks, kusjuures kõik kolm komponentkujutist registreeritakse ühel ja samal

valgustundliku materjali sordil. Kolmevärvivõtteks võib aga kasutada ka (nagu nägime tripaki juures) kolmest erineva spektraalse tundlikkusega valgustundlikust kihist koosnevat komplekti; sel juhul kasutatakse „sinise“ komponentkujutise registreerimiseks sensibiliseerimata emulsioonikihti sinise valgusefiltriga. „Roheline“ komponentkujutis registreeritakse ortokromaatilisel materjalil rohelise valgusefiltriga ja punane komponentkujutis — pankromaatilisel materjalil punase valgusefiltriga.



Joon. 23 Kolmevärvilise fotograafia jaoks määratud fotoplaatide komplekti karakteristika-kõverad (a) ja spektraalse tundlikkuse kõverad (b).

Joonisel 23 on antud kolmevärvivõtteks kasutatavate fotoplaatide komplekti karakteristika- ja spektraalse tundlikkuse kõverad. Sellist komplekti võidakse kasutada nii järkjärguliseks pildistamiseks kui ka mõnedes kolmevärvikaameras.

Joonistel 12, 22 ja 23 toodud karakteristikad on tüüpilised.

Praktikas on kasutamisel suur hulk pildistamise valgusefiltrite komplekte, mis omavahel veidi erinevad ja on hoolikalt kohandatud kasutatavatele valgustundlike materjalide sortidele. Olenevalt konstruktsiooni erinevustest, peeglite omadustest ja asetusviisist, mis põhjustab valgusefiltrite karakteristikate ühe või teise muutuse, annab kolmevärvikaamerate iga süsteem parimaid värvuse lahutamise-tulemusi ainult nende valgustundlike materjalidega, mida antud kaameratüübile soovitatakse.

Valgusefiltrid pikendavad tublisti säritusaega, mis on vajalik normaalse negatiivi saamiseks. Seepärast peavad kolmevärvilises fotograafias kasutatavad plaadid olema võimalikult kõrge tundlikkusega, mis on eriti tähtis liikuvate objektide pildistamisel.

Negatiivide töötlemise ja värviliste positiivide saamise kindlustamiseks on vajalik (nagu see edasiselt selgub), et pildistamise juures iga vastava valgusefiltriga saadaks kujutise ühesugune kontrastsus, s. t. et kõigi kolme negatiivi kontrastsus oleks võimalikult ühesugune.

Sellele nõudele vastavad enam või vähem ainult erilised kolmevärvivõteteks määratud valgustundlike materjalide sordid. Harilike materjalide kasutamisel on vajalik kolme komponentkujutise kontrastsust töötlusprotsessis ühtlustada.

Valgustundliku materjali kontrastsusaste peab olema madal, kuna suurema osa kolmevärvilise subtraktiivsete positiivprotsesside puhul on vajalikud komponentnegatiivid kontrastsusteguriga 0,8—1,2. Negatiivmaterjal peab olema täiesti valgustarata, kuna isegi väga nõrgad valgustarad on värvilise kujutise juures, eriti märgatavad.

Kui plaate kasutatakse pildistamiseks kolmevärvikaamerates, siis on vajalik, et nende tundlikkus kõigi kolme valgusefiltril puhul oleks ühesugune, sest säritusaeg on kõikidel plaatidel üheaegne ja ühesugune. Seda saavutatakse harilikult valgusefiltrite tiheduse ja peeglite peegeldamistegurite vastava sobitamiseega.

Nõuded komponentnegatiivide kohta. Pildistamisel saadud kolm komponentnegatiivi peavad olema normaalselt valgustatud. Iga kõrvalekaldumine ülevalgustusele või allavalgustusele ükskõik millise negatiivi juures põhjustab värvuste moonutamise. Negatiivi välisilme järgi on aga sageli raske valgustusaja õigsuse üle otsustada. Kui näiteks pildistatava objekti värvused sisaldavad vähe sinist ja punast koostevärvust (näiteks maastik, milles domineerib roheline), siis õige valgustusaja juures saadakse „roheline“ negatiiv tihe ja hästi läbitöötatud, samal ajal aga on „sinine“ ja „punane“ negatiiv väga nõrk ja nad näivad allavalgustatud, kuigi nende tihedused on täiesti kooskõlas „rohelise“ negatiivi tihedusega. Et ära hoida selliseid keerukusi ja võimaldada negatiive õieti hinnata, selleks on vajalik pildistatava süžee üheaegselt pildistada mingi hall objekt. Selliseks objektiks on kõige kohasem kasutada nn. „hallskaalat“.

Hallskaala kujutab endast rida akromaatilisi toone — valgest kuni mustani ja seda võib kergesti valmistada hariliku fotopaberi tükikestest, mida ilmutatakse tumenemise erinevate astmeteni. Küllaldane on skaala 4—5 väljast: valge, must ja 2—3 erineva tihedusega halli. Eelöeldust selgub, et kõik akromaatilised värvid (valge, hall ja must) peavad igal komponentnegatiivil ilmuma ühesuguselt; järelikult õige säritusaja puhul peab hallskaala tulema igal negatiivil täiesti ühesuguse tihedusega. Selline skaala on ainukeseks kindlaks valgustusaja õigsuse ja negatiivide suhtelise tiheduse ja nagu öeldakse — nende tasakaalu — kontrol-

limise vahendiks. On endastmõistetav, et hallskaala peab asetsema pildistamisel nii, et see ei rikuks pildiväljalõike kompositsiooni ja et seda oleks kergesti võimalik kõrvaldada värvilise pildi valmimisel.

Sellise negatiivide tasakaalu kindlustamine on kolmevärvikaamerate konstrueerimise põhielemendiks: seda tuleb arvestada peeglite, valgusefiltrite ja negatiivmaterjali spektraalse tundlikkuse valikul.

Kolmevärvifotograafias kasutatavate negatiivmaterjalide tundlikkusele esitatavaks põhinõudeks on, et neil oleks võimalikult kõrge ja ühtlane tundlikkus ilma tundlikkuse languseta või vähese langusega spektri rohelises osas. Seejuures ei tohi spektraalne tundlikkus küündida liiga kaugele spektri punasesse ossa ja tema tundlikkuse piir ei või olla mitte kaugemal kui 680—700 millimikrooni.

Järkjärguliselt pildistatud kolm hallskaala komponentkujutist näivad identseina ainult antud valgusefiltrite komplekti ja kasutatava negatiivmaterjali suhtes õieti valitud säritusaegade juures.

Nii näiteks, kasutades harilikku valgusefiltrite komplekti, mille neeldumiskõverad on antud joonisel 12 ja ГΥΚΠΠΠ tehase nr. 2 plaate „Trichrom“ päevavalgusel pildistamisel on õietivalgustatud negatiivide saamiseks säritusaegade suhe järgmine:

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{Valgustusaeg} \\ \text{punase} \\ \text{valgusefiltriga} \\ \hline \end{array} : \begin{array}{|c|} \hline \text{Valgustusaeg} \\ \text{roheline} \\ \text{valgusefiltriga} \\ \hline \end{array} : \begin{array}{|c|} \hline \text{Valgustusaeg} \\ \text{sinise} \\ \text{valgusefiltriga} \\ \hline \end{array} = 1 : 3 : 3$$

Tuleb märkida, et antud suhe on õige ainult päevavalgusel pildistamisel. Teisi valgusallikaid kasutades, mille spektris on teistsugune energijaotus, s. t. mis sisaldavad siniseid, rohelisti ja punaseid kiiri teises vahekorras, on vajalik erinev säritusaegade suhe. Nii vajatakse poolvattlampidega valgustamisel samade filtrite ja negatiivmaterjali juures säritusaegade teist suhet:

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{Valgustusaeg} \\ \text{punase} \\ \text{valgusefiltriga} \\ \hline \end{array} : \begin{array}{|c|} \hline \text{Valgustusaeg} \\ \text{roheline} \\ \text{valgusefiltriga} \\ \hline \end{array} : \begin{array}{|c|} \hline \text{Valgustusaeg} \\ \text{sinise} \\ \text{valgusefiltriga} \\ \hline \end{array} = 1 : 3 : 6$$

See on tingitud asjaolust, et poolvattlampide valgus on võrreldes päevavalgusega sinistest kiirtest märgatavalt vaesem. Nimelt seepärast on vaja sinise valgusefiltriga ülesvõtmisel suhteliselt pikemat säritusaega.

Kolmevärvikaamerais, kus kõiki kolme plaati valgustatakse üheaegselt ja valgustusaegade erinevus saavutatakse erinevate filtrikomplektide kasutamisega kumbagi liiki valgustuse jaoks. Ühelt valgusallikalt teisele üleminekuks võib samuti kasutada ka kompenseerivaid valgusefiltreid, mis asetatakse objektiviile või valgusallika ette.

On teada, et harilike fotomaterjalide juures valgusefiltrite kasutamine põhjustab kujutise kontrastsuse suurenemist. Kui teha samale materjalile kolm ülesvõtet: ilma valgusefiltrita, kollase ja punase valgusefiltriga, siis negatiivide ühtlase töötlemise juures saadakse esimene neist kõige pehmemana, teine kontrastsemana, kolmas kõige kontrastsemana.

Enamik subtraktiivsete meetodite juures on põhimõtteliselt võimalik (valides vastavad positiivprotsessi tingimused) kolmest erineva kontrastsusega komponentnegatiivist lähtudes saada hea värvuseülekandega lõplikku kolmevärvilist positiivi. Praktiliselt on kohasem lähtuda kolmest negatiivist, mis ei erine kontrastsuse poolest. Seda saavutatakse harilikult negatiivmaterjali puhul vastavalt iga negatiivi ilmutamise aega muutes. Harilikult tuleb ühesuguse kontrastsuseastme saavutamiseks „sinise“ negatiivi ilmutamise aega pikendada 25—50% võrra võrreldes kahe teise negatiiviga.

Praegusaegsed kolmevärvifotograafia negatiivmaterjalid võimaldavad saada kolm ühesuguse kontrastsusega negatiivi ka sama ilmutusajaga ja see kergendab negatiivprotsessi läbiviimist.

Õige pildistamisega ja õige töötusega peame saama kolm komponentnegatiivi, millel hallskaala tihedused ja kontrastsus on täpselt ühesugused. Selliseid kolme negatiivi nimetatakse võrdtihedaks ja võrdkontrastseiks.

Komponentnegatiivide võrdtihedus ja võrdkontrastsus lihtsustab märgatavalt kolmevärvilise positiivi saamise edasist protsessi ja on hea värvilise ülesvõtte eelduseks.

Komponentnegatiivide ilmutamine. Komponentnegatiivide ilmutamiseks sobib iga ilmuti, mis annab hästi läbitöötatud negatiive. Negatiivid tuleb positiivprotsessist olenevalt ilmutada pehmelt, kontrastsusega 0,8—1,2 ja ei tohi olla liiga tihedad.

Kõige tähtsam on kindlustada kõigi kolme negatiivi ühtlane ilmumine, kuna ebaühtlane ilmumine tekitab lõplikul kujutisel värvilisi pindu ja plekke, mida enam ei saa parandada. Tuleb meeles pidada, et värvilise positiivi kvaliteet oleneb otsustaval määral komponentnegatiivide kvaliteedist.

Ühtlase ilmutamise ja ühesuguse kvaliteedi kindlustamiseks tuleb kõik kolm komponentnegatiivi töödelda (ilmutada, pesta, kinnitada ja kuivatada) üheaegselt ja täiesti ühesuguseis tingimustes. Selleks asetatakse kõik kolm plaati ühte suurde vanni. Vertikaalsel ilmutamisel kõik kolm negatiivi tuleb panna paaki samas asendis (portreedel — pead kõikidel pööratud allapoole või ülespoole; maastikul — taevas kõikidel negatiividel pööratud alla).

Ilmuti peab olema võrdlemisi aeglaselttöötav, mis samuti kindlustab ühtlast ilmumist. Häid tagajärgi annab järgmise koostisega ilmuti:

Ilmuti komponentnegatiividele.

Metool	5 g
Naatriumsulfit, krist.	150 g
Sooda, veevaba	4 g
Vett	kuni 1000 ml

Plaatide „Trichrom“ ilmutusaeg selles ilmutis on 20 min. 20° temperatuuril. Uldiselt määratakse kohane ilmutusaeg iga plaadisordi ja ilmutilahuse kohta katseliselt.

Korralik ilmuti segamine ilmutamise ajal on ühtlase ilmumise vajalikuks eeltingimuseks.

Kuna kõik kolmevärvifotograafia materjalid on valgustarata, siis tuleb kasutada haput kinnistit.

Komponentnegatiivid tuleb kuivatada täpselt ühesugustes tingimustes, asetades plaadid kuivama ühes asendis.

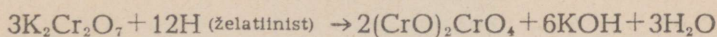
§ 11. Värvilise positiivtrüki subtraktiivseid meetodeid.

Komponentnegatiivide valmimisega lõpeb värviliste ülesvõtete valmistamise esimene staadium (värvuste lahutamine). Järgmine staadium (värvuste moodustamine) seisneb neist negatiividest põhivärvuste täiendvärvustes komponentpositiivide valmistamises ja nende komponentpositiivide üksteise peale asetamises.

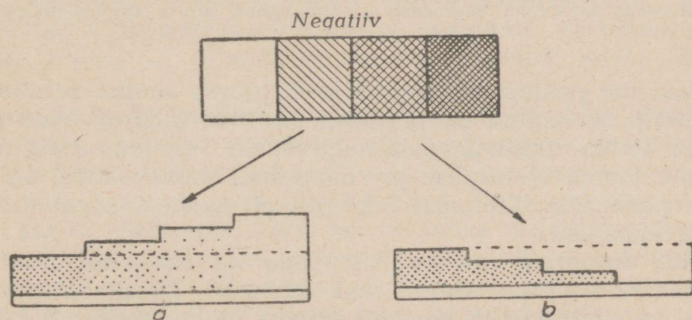
Olenevalt sellest, kuidas toimub üleminek komponentnegatiivist värvilisele positiivile, võib värvilise fotograafia subtraktiivseid meetodeid jaotada kolme suurde rühma: a) želatiini parkimisel põhinevad meetodid; b) värvainete hävitamisel põhinevad meetodid ja c) fotograafilises protsessis värviliste ühendite tekitamisel põhinevad meetodid.

Želatiini parkimisel põhinevad meetodid. Suur osa sellesse rühma kuuluvaist meetodeist põhinevad dikromaatide lahuses töödeldud želatiini (nn. „kroomitud želatiini“) omadusel parkuda, s. o. kaotada võimet paisuda külmas ja lahustuda kuumas vees. See želatiini parkimine tekib valguse toimel või keemiliste reaktsioonide tagajärjel positiivse kujutise metallilise hõbedaga.

Protsessi olemus seisneb selles, et dikromaadid taanduvad hapenduda võivate orgaaniliste ainete (üheks selliseks aineks on želatiin) juuresolekul kromaatideks, mille juures tekib kroomoksüüd, mis želatiiniga reageerides muudab selle mittelahustuvaks, s. o. avaldab parkivat toimet:



Dikromaadi taandamine võib toimuda erinevail viisidel. Uhtede meetodite juures kroomitud želatiini parkimine toimub valguse mõjul, kusjuures valgustundliku kroomitud želatiini kihi parkimisaste on võrdeline želatiinikihi pinnavalgustusega. Teiste meetodite juures kasutatakse dikromaadi taandamiseks fotograafilise kujutise metallilist hõbedat, kusjuures kroomitud želatiinikihi parkimisaste on võrdeline antud kujutiselõigis leiduva metallilise hõbeda hulgaga, s. t. antud lõigu tihedusega. Nii sel kui teisel juhul kasutatakse pargitud želatiinikihti reljeefse želatiinkujutise saamiseks.



Joon. 24. Želatiinreljeefi saamise kaks meetodit:
a — paisumisreljeef, b — pesemisreljeef.

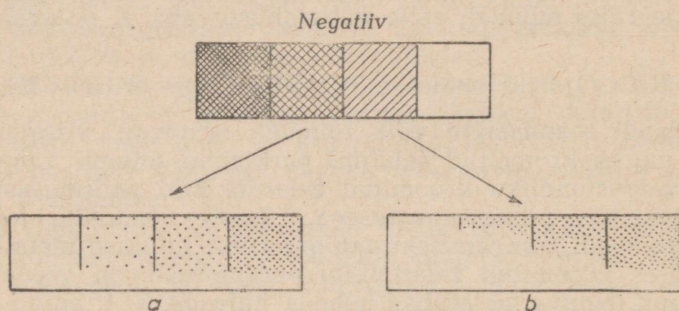
Säärast želatiinreljeefi võib saada kahel teel.

Esiteks võib ära kasutada asjaolu, et pargitud želatiin kaotab suuremal või väiksemal määral võime paisuda vees olenevalt parkumistaskest. Kui läbi negatiivi valgustatud kroomitud želatiinikihti niisutada veega, siis želatiinikihi pargitud kohad paisuvad väiksemal määral

kui parkimata kohad ning me saame reljeefse kujutise (joon. 24, a). Sellisel viisil saadud reljeefi nimetatakse harilikult „paisumisreljeefiks“. Reljeef on hästi märgatav vaadeldes märga kujutist väikese vaatenurga all ja see kaob kihi kuivades.

Võib aga ka ära kasutada pargitud želatiini teist omadust — tema kõrget sulamistemperatuuri võrreldes parkimata želatiiniga. Kui läbi negatiivi valgustatud kroomitud želatiinkihti töödelda säärase temperatuuriga kuuma veega, et parkimata želatiin sulab, pargitud jääb aga püsima, võib eemaldada kogu parkimata želatiini ja saada reljeefse kujutise, mis koosneb ainult pargitud želatiinist (joon. 24, b). Sellisel teel saadud reljeefi nimetatakse „pesemisreljeefiks“.

Mõlemal juhul antakse valguse-varju gradatsioon edasi želatiinreljeefi kõrguse erinevustega kujutise erinevail kohtadel. Reljeefi kõrguse määravad aga mitmesugused põhjused. Paisumisreljeefi juures paisumise, järelikult ka reljeefi kõrguse, tingib želatiini parkimisaste. Pesemismeetodi juures kogu parkimata želatiin eemaldatakse, järele jääb ainult täielikult parkunud želatiin, reljeefi kõrguse määrab sel juhul pargitud želatiinkihi paksus, s. t. sügavus milleni tungis želatiinkihti valguse või mõne teise teguri parkiv toime (joon. 25).



Joon. 25. Kaks parkimisviisi:

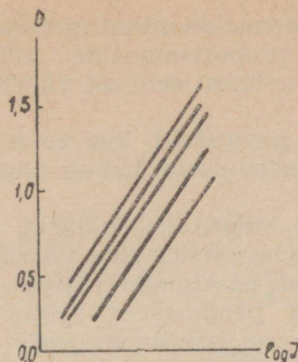
a — erineval astmel parkimine ühesuguse sügavuse juures (paisumisreljeef); b — erineva sügavusega parkimine ühesuguse parkimisastme juures (pesemisreljeef).

Seepärast me peame paisumisreljeefi juures saama želatiinkujutise, kus želatiinkihi eri kohad on pargitud erineval määral, kuid parkimine on tunginud umbes samasugusele sügavusele. Pesemisreljeefi-menetluse juures peame saama ühesuguse ja võimalikult maksimaalse kuid erineva sügavusega parkimise. Mõlemat liiki reljeefi saamise meetodid on omavahel veidi erinevad.

Nagu iga fotograafiline kujutis, peab ka reljeefne želatiinkujutis vastama ülekande proportsionaalsuse nõudele. Paisumisreljeefi juures peab olema parkimisaste ja pesemisreljeefi juures pargitud kihi paksus proportsionaalne originaali heledustega. Tuleb märkida, et kroomitud želatiinkiht vastab sellele nõudmisele üsna suurel määral.

Selliste kihtide karakteristika-kõverad on sirge kujuga peaaegu kogu tiheduste intervallis (joon. 26).

See kroomitud želatiini omadus on eriti väärtuslik värvilise fotograafia juures, kus ülekande proportsionaalsus on eriti suure tähtsusega, millega ka suurel määral on seletatav selliste protsesside laialdane levik.



Joon. 26. Kroomitud želatiini karakteristika-kõverad.

Pesemisreljeefi-menetluse teostamisel on praktikas üks oluline iseärasus. Kuna parkiv toime algab kihi pinnalt ja isegi kujutise kõige tihedamatel kohtadel ei ulatu kuni aluseni, millele on kantud kroomitud želatiinkiht, siis järgneva kuuma veega töötlemise juures aluse lähedal asuv želatiin sulab ning kujutis läheb aluselt lahti. Sellest hoidumiseks viiakse protsess läbi selliselt, et parkimine ei alga kihi pinnalt vaid aluselt, s. t. kasutatakse ülekandemeetodit (joon. 27).

Ülekandeprotsess seisneb selles, et želatiinkiht kantakse pärast parkimist ja enne kuuma vees töötlemist uuele alusele, nii et kihi pargitud pind kujutisega asuks vastu alust, alumised parkimata osad oleksid aga pööratud väljapoole.

Kuuma veega töötlemine toimub sellel uuel alusel, millele jääbki püsima reljeefne kujutis. Kuna säärase ühekordse ehk lihtsa ülekande juures saadakse ümberpööratud kujutis, siis normaalse kujutise saamiseks tuleb teostada nn. kahekordne ülekanne (vt. joon. 27).

Sellisel viisil, kasutades üht kirjeldatud meetodeist, me saame komponentnegatiividest kolm reljeefset positiivset želatiinkujutist, mida kasutatakse edasiseks kolmes värvis reprodutseerimiseks, kusjuures reljeefsed želatiinkujutised tuleb värvida vastavate värvainetega.

Värvitud reljeefseid želatiinkujutisi on võimalik saada järgnevate meetoditega.

Kui kasutatakse kroomitud želatiinkihti, mis sisaldab nõutava värvusega värvainet (kollast, purpurset või taevasinist) peeneteralise ja vees mittelahustuva pigmendi kujul, siis pärast komponentnegatiivilt kopeerimist võib kuumas vees töötlemisega kogu parkimata želatiini eemaldades saada vastavalt värvitud reljeefse želatiinkujutise. Kolm sellisel saadud värvilist kujutist asetatakse ühe või teise tehnilise võtte abil üksteise peale ja nad moodustavad valmis värvilise kujutise. Sellel printsiibil põhinevad kolmevärvilised pigmentprotsessid.

Võib aga ka, saanud pesemismenetlusel värvitust želatiinist reljeefse kujutise, anda sellele vajalik värvus, asetades ta vastava värvaine vesilahusesse. Sel juhul imenduva värvaine hulk (järelikult ka želatiinikihi värvuse intensiivsus) sõltub reljeefi kõrgusest antud kujutiseosas. Kui selline värvitud reljeef, mida selles protsessis nimetatakse matriitsiks, viia tihedasse kokkupuutesse puhta želatiinikihiga, mis on kantud paberile või filmile, siis värvaine reljeefist kandub sellesse kihti üle ja moodustab sellel värvilise kujutise. Želatiinkihti üleminev

värvaine hulk on proportsionaalne antud matriitsi kohas sisalduva värvaine hulgaga, s. t. on proportsionaalne viimase reljeefipaksusega. Järkjärgunise ülekandega kolmest selliselt värvitud matriitsist me saame värvilise kujutise.

Värvilise fotograafia meetodeid, kus želatiinreljeefide värvimiseks kasutatakse värvainete vesilahuseid, hakati nimetama hüdrotüüp-menetlusteks.

Hüdrotüüp-menetluste hulgas on selliseid, kus matriitsidena kasutatakse paisumisreljeefe. On olemas rida värvaineid, millel on omadus värvida peamiselt paisunud parkimata želatiini. Samuti leidub ka värvaineid, millised värvivad peamiselt pargitud ja paisumata želatiini. Tekitanud ühel või teisel teel paisumisreljeefi, me võime kanda sellele värvi, saada želatiinkujutise (matriitsi), millel on värvitud heledad või tumedad kohad, olenevalt kasutatud värvaine omadustest. Hüdrotüüpse ülekande teel võib kolmest erivärvusega matriitsist saada lõpliku värvilise kujutise.

Kui paisumisreljeefi värvimiseks kasutada rasvaseid (õli) värve, mis jäävad pidama reljeefi pargitud kohtadel ja rakendada ülekandemeetodit, mis sarnaneb kolmevärvi trükile, võime samuti saada värvilise kujutise. Tõsi, seda kolmevärvilist positiivset fototrukki, mida nimetatakse õlitrukiks, kasutatakse väga harva.

Suurt hulka värvilise positiivtrüki meetodeid, mis põhjenevad kroomitud želatiini omadustel, võib klassifitseerida mitmeti.

Olenevalt sellest, kuidas toimub želatiini parkimine, jagunevad need meetodid kahte rühma: 1) meetodid, milles kasutatakse kroomitud želatiini valgustundlikkust, s. t. tema parkimist valguse toimel; 2) meetodid, kus želatiin pargitakse keemiliselt valguse osavõtuta, kusjuures parkimiseks rakendatakse keemilisi reaktsioone, mis toimuvad fotograafilise hõbekujutise tekitamisel või hävitamisel, s. t. kasutatakse kaudselt ära valguse toimet hõbebromiidile.

Olenevalt kasutatava reljeefi liigist jagunevad kõik meetodid: a) pesemisreljeef-meetoditeks ja b) paisumisreljeef-meetoditeks.

Lõpuks võib klassifitseerimine toimuda veel saadud želatiinreljeefi värvimisviisi järele.

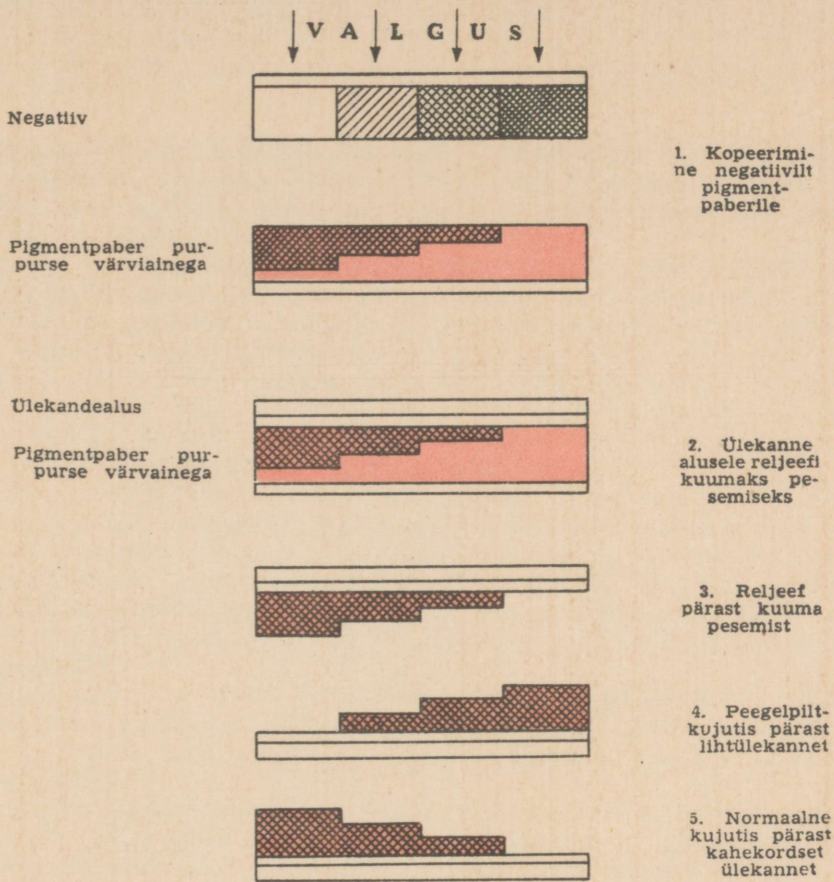
Iga kroomitud želatiinkihi kasutamisel põhjenevat subtraktiivset protsessi iseloomustavad: 1) želatiini parkimisviis; 2) kasutatava reljeefi liik; 3) reljeefi värvimisviis.

Järgnevalt antakse peamiste värvilise positiivtrüki-meetodite kirjeldus kroomitud želatiini kasutamisel: pigment-, hüdrotüüp-, värvainete valastamis- ja toonimismenetluste kohta.

Pigmentmenetlused. Kõikide värvilise positiivtrüki pigmentmenetluste puhul kasutatakse värvitud komponentpositiivide saamiseks erilisi materjale (pigmentpaber või -film), mis sisaldavad želatiinkihis peeneteralist, vees mitte lahustuvat värvainet — pigmenti. Värvilisteks ülesvõteteks kasutatakse komplekti kolmest pigmentkihist, mis on värvitud subtraktiivvärvustes: kollane, purpurne ja taevasinine. Komponentkujutised saadakse pigmentkihtidel pesemisreljeefi tekitamisega, kusjuures želatiinkihi parkimine võib toimuda nii valguse toimel kui ka keemilisel teel.

Kroomitud želatiini valgustundlikkuse ärakasutamisel protsess toimub järgmiselt.

Esimeseks operatsiooniks on pigmentpaberi värskendamine. Kuna säilitamisel isegi pimedas toimub želatiinkihi järkjärguline, kuid küllaltki kiire parkimine, siis tuleb pigmentpaberit enne tarvitamist värs-



Joon. 27. Pigmentprotsessis pesemisreljeefi saamise skeem.

kendada. Selleks kasutatakse kaalium- või ammooniumdikromaadi 2—3-protsendilist lahust temperatuuriga mitte üle 15°, töötlemise kestus on umbes 3 minutit. Lahjem lahus (1—1,5%) annab kontrastsema, kontsentreeritum (4—4,5%) — pehmema kujutise. Pärast värskendamist eemaldatakse paberilt liigne niiskus ja ta riputatakse pimedasse tuppa kuivama. Tundlikuks muudetud pigmentpaber tuleb ära tarvitada hiljemalt järgmisel päeval.

Kauem säiluva paberi saab värskendamiseks järgneva koostisega lahust kasutades:

Kaaliumdikromaat	30 g
Sidrunhape	10 g
Vett	kuni 1000 ml

Saadud lahusele lisatakse nii palju ammoniaaki, et lahuse oranž värvus muutuks kollaseks. Selles lahuses töödeldud pigmentpaber säilib kuni kaks nädalat, kuid on väiksema tundlikkusega kui puhta kaaliumdikromaadiga töötlemisel.

Kolme komponentpositiivi saamiseks võetakse üks kollane, üks purpurne ja üks taevasinine pigmentpaber ja kopeeritakse nendele kujutised vastavalt „siniselt“, „roheliselt“ ja „punaselt“ komponentnegatiivilt. Kroomitud negatiivkihtide tundlikkus on nii madal, et on võimalik valmistada ainult kontaktkoopiaid päevavalgusel või tugeva kunstliku valgusallika abil. Kui vajatakse tingimata suurendatud kujutist, siis tuleb edasiseks kontaktrükiks originaalnegatiividest valmistada vajalikus formaadis suurendatud duplikaatnegatiivid.

Kuna pigmentpaberi värvilisel kihil kujutis ei ole nähtav, siis antud negatiivi ja antud värvusega pigmentpaberi jaoks määratakse õige valgustusaeg katseliselt. Seejuures soovitatakse kasutada kontrolliks samas värskenduslahuses (milles värskendati pigmentpaber) töödeldud tükikese valgustundliku želatiinpaberi paralleelset valgustamist läbi mingi astmestatud negatiivi (näiteks H & D või Eder-Hechti sensitomeetril saadud sensitogrammi).

Seinel paberil on näha astmestatud negatiivi all üksikute väljade pruunistumine ja proovimisega on võimalik kindlaks määrata, missuguse väljanumbrini on vaja valgustada selleks, et saada tarviliku tugevusega äratõmmet.

Koopiaid pigmentpaberil töödeldakse järgnevalt kuumas vees, et tekitada pesemisreljeefi. Seda protsessi nimetatakse harilikult tinglikult „kuumaks ilmutamiseks“ või lihtsalt reljeefi ilmutamiseks.

Pigmentkooptiat ei või ilmutada kohe pärast kopeerimist, kuna pargitud želatiin asub pigmentkihi pinnal ja kuumal ilmutamisel läheks aluselt lahti. Seepärast kantakse kujutis enne ilmutamist teisele alusele üle, mida nimetatakse lihtsa ülekande aluseks ja milleks kõlbab iga 5—6-protsendilise želatiinlahusega kaetud hea paber, kusjuures lahusele on lisatud 3 ml 10-protsendilist kroommaarmalahust iga 100 ml želatiinlahuse kohta, s. t. mis on kaetud hästipargitud želatiinkihiga.

Enne ilmutamist valgustatud pigmentpaberi-leht ja leht paberit ülekandealuseks pannakse 1—2 minutiks külma vette. Kui need niiskuvad ja sirgeks tõmbuvad, ühendatakse nad kokku — kiht kihiga, võetakse veest välja ja asetatakse paksule klaasile, õhu ja üleliigse niiskuse eemaldamiseks rullitakse üle kummirulliga või joonlauaga ning jäetakse 15—20 minutiks peegliklaasiga kaetult seisma või riputatakse 5 minutiks kuivama.

Edasi asetatakse kooptia koos alusega 35—40°-ni soojendatud vette.

Mõne sekundi jooksul hakkab pigmentkiht sulama, läheb äärtest aluseit lahti, mis järk-järgult eemaldatakse ja kiht jääb uuele alusele. Edasine uuele alusele kantud pigmentkihi ilmutamine toimub soojas vees, mida vahetatakse kui see pigmentist määrdub, kusjuures parkimata želatiin ühes värvainega lahustub ja kujutis muutub järk-järgult puhtamaks. Pärast ilmutamist loputatakse koopia külma veega ja asetatakse kaalium-maarjase 5-protsendilisse lahusesse, et eemaldada kollakat värvust ja želatiinikihti lõplikult parkida. Siis tuleb koopia veelkordselt külma veega loputada ja kuivama riputada. Ilmutamise ajal ei toni kihti käega puudutada, sest see on väga õrn.

Sellise ülekandeviisi juures, mida nimetatakse lihtsaks ehk ühekordseks ülekandeks, jääb kujutis lõplikul alusel ümberpööratud külgedega. Seepärast teostatakse harilikult pigmentkihi kahekordne ülekanne: alul kantakse kiht ilmutamiseks ajutisele alusele ja sellelt — lõplikule alusele.

Kolmevärviprotsessis tuleb ajutise alusena kasutada õhukese vaha-korraga kaetud tselluloidi. Selleks valmistatakse lahus — 0,3 g vaha 140 g puhastatud bensiinis ja kantakse flanelltampooni abil puhtale tselluloidlehele ning poleeritakse üle samasuguse puhta tampooniga. Valgustatud pigmentpaber surutakse vee all vastu tselluloidi vahetatud külge, võetakse veest välja, rullitakse paber tihedalt vastu tselluloidi ja jäetakse 15 minutiks paberipoognate vahele. Pigmentkoopia ilmutatakse, nagu ülemaal kirjeldatud ja töötuse lõpul riputatakse kuivama.

Pärast kõigi kolme värvilise komponentpositiivi valmistamist kantakse need järjekorras lõplikule alusele. Selleks leotatakse leht alusepaberit 5 min. külmas vees, siis lükatakse selle alla komponentpositiiv — pigmentkujutist kandev tselluloid nii, et nende vahele ei jääks õhumulle, võetakse veest välja, lastakse üleliigne vesi maha tilkuda, asetatakse mõlemad lehed (tselluloid allapoole) klaasile ja surutakse ettevaatlikult ligi. Seejärel asetatakse aluspaberile leht filterpaberit ja eemaldatakse hoolikalt niiskus rullimise teel ning pärast tselluloidi tagumise külje kuivakspühkimist riputatakse kuivama. Pärast täielikku kuivatamist peab paber, millele pigmentkujutis üle läheb, ise tselluloidi küljest lahti tulema. Pigmentkujutise külge jääb veidi vaha, mis tuleb bensiinis niisutatud vatiga kujutiselt eemaldada ja pärast pehme riidega poleerida. Siis leotatakse esimest komponentpositiivi kandvat alust vees ja sobitades selle kontuurid teisel tselluloidlehel asuva teise komponentpositiiviga, korratakse ülekandeprotsessi. Samuti toimitakse kolmanda komponentpositiiviga. Tulemuseks saadakse lõplik kolmevärviline kujutis.

Palju enam on levinud pigmentmenetluse teine variant, mis põhjeneb želatiini parkimisel, fotograafilise positiivse kujutise metallilise hõbeda ja pigmentkihi niisutamiseks kasutatavate värskendusainete vahel toimuva keemilise reaktsiooni tulemusena.

Selle meetodi juures on kolmevärvilise positiivi saamise esimeseks staadiumiks lähte-komponentnegatiividest paberile kolme must-valge komponentpositiivi (fotograafilise koopia) valmistamine. Seejuures võib komponentpositiivid valmistada nii kontaktkoopiatena kui ka suurendamise teel. Nende koopiate metalliline hõbe on edasiselt pigmentkihi parkimise vahendiks, seepärast nende valmistamine peab toimuma sama hoolikalt nagu komponentnegatiividegi valmistamine.

Must-valgete komponentpositiivide jaoks tuleb tarvitada siledat matt- või poolmattpaberit, millel on mitte liiga pargitud emulsioonikiht ja mis ei oma kaitse-zelatiinikihti, mis on real praegusaegseil fotopabe-

reil. Paber peab olema eriti mullide tekkimise vastu kindel, sest teda töödeldakse mitmekordselt. Paberi alus peab olema niiskes olekus tugev mehaaniliste vigastuste vastu, ei tohi deformeeruda niiskudes ega kuivades, muidu on raskusi komponentkujutiste kontuuride sobitamisel.

Positiivsete koopiate ilmutamiseks võib soovitada järgneva koostisega lahust.

Ilmuti must-valgetele komponentpositiividele paberil.

Metool	3 g
Naatriumsulfit, veevaba	45 g
Hydrokhiinon	12 g
Sooda, veevaba	65 g
Kaaliumbromiid	2 g
Vesi, destilleeritud	kuni 1000 ml

Ilmutamiseks võetakse 1 osa ilmutilahust ja 4 osa destilleeritud vett. Normaalne ilmutamisaeg on 2 min. temperatuuril 20°.

Kinnistamine toimub järgneva retsepti järgi koostatud hapus kinnistis:

Kinnisti must-valgetele komponentpositiividele paberil.

Hüposulfit	250 g
Naatriumsulfit, krist.	50 g
Äädikhape, 30%	50 ml
Vesi	kuni 1000 ml

Peale kinnistamist fotokoopiaid pestakse ja kuivatatakse nagu hari-likult.

Must-valgete positiivide valmistamisel kontrollitakse valgustusaja õigsust eranditult hallskaala järele, milline peab omama igal positiivil ühesuguse tiheduse ja kontrastsuse.

Kui lähtenegatiivid on võrdkontrastsed ja võrdtihedad, siis saadakse positiividel identsed hallskaala kujutised ühesuguse valgustusajaga iga positiivi jaoks. Negatiivide tiheduse erinevusel võib kergesti teha parandusi iga positiivi valgustusajaga vastavalt muutes. Negatiivide erineva kontrastsuse puhul võib komponentpositiivide kontrastsust ühtlustada ilmutilahuse retsepti varieerimisega, kuid see üldiselt ei anna häid resultate.

Protsessi teiseks staadiumiks on pigmentpaberi värskendamine.

Selle meetodi juures erineb värskendusvanni koostis eespoolkirjel- datud pigmentmenetluse esimese variandi värskendusvanni koostisest: peale kaalium- või ammooniumdikromaadi see sisaldab kroomhapet (kroomhappe anhüdriidi), punast veresoola ja kaaliumbromiidi.

Pigmentpaberite värskenduslahuse näitena anname järgneva retsepti.

Pigmentpaberite värskenduslahuse retsept

(kontakt-pleekimise meetodi jaoks).

Lahus A

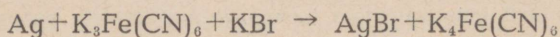
Ammooniumdikromaat	15 g
(või kaaliumdikromaat 50 g)	
Punane veresool	50 g
Kaaliumbromiid	50 g
Vesi, destilleeritud	kuni 1000 ml

Lahus B

Kroomhappe anhüdriid	10 g
Kaalium-kroombaarjas	20 g
Vesi, destilleeritud	kuni 1000 ml

Värskendusvanniks võetakse 1 osa lahust A, 1 osa lahust B ja 5 osa vett. Lahuse temperatuur 16—18°. Värskendamise kestus 3 min. Vahetult pärast pigmentpaberi värskendamist toimub värskendatud pigmentkihi parkimine komponentpositiivi metallilise hõbeda abil kontaktpleekimise-protsessis. Selleks leotatakse varem komponentpositiivikoopiaid 30 minutit vees ja asetades need peegliklaasile pannakse nendele ettevaatlikult kuid kiiresti värskendusvannist võetud ja alles märjad vastava värvusega pigmentpaberi lehed: „punasele“ komponentpositiivile asetatakse leht taevasinist pigmentpaberit, „rohelinele“ positiivile — purpurne leht, „sinisele“ positiivile — kollane leht. Pigmentpaberi-lehed rullitakse vastu koopiaid ja jäetakse 10 minutiks nendega kontakti.

Selle aja jooksul toimubki protsess, mis on selle värvilise fototrüki meetodi põhiolemuseks. Ained, millega immutati pigmentpaberi kiht värskendamise juures, difundeeruvad kontakti ajal must-valge koopia emulsioonikihti. Seejuures tekib punase veresoola ning kaaliumbromiidi ja kujutise hõbeda vahel järgmine reaktsioon:



Niisiis fotokoopia pleegitatakse kontakti ajal. Reaktsiooni tulemusena tekkiv kollane veresool, difundeerudes tagasi pigmentkihti, reageerib selles asuva dikromaadiga. Selle reaktsiooni tulemusel dikromaat taandatakse kahevalentse kroomi soolaks, mis pargib želatiini oma tekkekohal, kollane veresool aga hapendub uuesti ja muutub punaseks veresoolaks.

Sügavus, milleni pargib pigmentkiht ja järelikult ka saadava reljeefi kõrgus on proportsionaalne hõbeda hulgaga komponentpositiivi antud kohas. Pärast kontaktpleekimise-reaktsiooni lõppemist eraldatakse pigmentlehed hõdebromiid-koopiatest ja surutakse vahatud tselluloidlehtedele. Edasine töötlemine ja kolmevärvilise positiivi koostamine toimub samuti, nagu kirjeldatud pigmentprotsessi esimeses variandis.

Pleegitatud komponentpositiiv-koopiaid võib uuesti ilmutada ja sel teel mitu korda kasutada pigmentpaberil äratrukide saamiseks.

Hüdrotüüp-menetlused. Kolmevärvilise positiivse fototrüki subtraktiivsete meetodite hulgas moodustab hüdrotüüp-trükk suure ja tähtsa rühma. Seejuures saadav värvuse tuu želatiinreljeef värvitakse vastavate värvainete vesilahuses. Lahusest imenduva värvaine hulk oleneb reljeefse kujutise paksusest antud kohal (pesemisreljeefi puhul) või želatiini parkimisastmest (paisumisreljeefi juures).

Värvitud reljeefkujutised, mida harilikult nimetatakse matriitsideks, viiakse tihedasse kontakti paisunud želatiinkihti kandva paberiga, kusjuures värvaine difundeerub matriitsist paberi želatiinkihti ja moodustab ühevärvilise kujutise. Kolmekordse, järjekorras teostatud hüdrotüüpse ülekande tulemusena kolmest matriitsist, mis saadud komponentnegatiividest ja värvitud vastavalt taevasiniseks, purpurseks ja kollaseks, saadakse kolmevärviline kujutis.

Joonisel 28 esitatakse hüdrotüüp-protsessi skeem pesemisreljeefi kasutamisel.

Iga hüdrotüüp-trüki viisi võib jaotada järgmisteks põhilisteks staadiumideks: a) matriitside valmistamine; b) matriitside värvimine; d) hüdrotüüpne ülekanne.

Hüdrotüüp-menetlused erinevad matriitside valmistamise tehnika, lahuste ja värvimiseks kasutatavate värvainete retseptide poolest.

Iga hüdrotüüp-protsess peab rahuldama järgmisi nõudeid: a) peab olema võimalus saada niisugust želatiinreljeefi (matriitsi), et oleks kindel proportsionaalsus komponentpositiiv-kujutise hõbeda hulga (tiheduse) ja reljeefi paisumisastme vahel antud kohas; b) matriitsi želatiinkihti imenduva värvaine hulk peab olema proportsionaalne reljeefi pakuse või paisumisastmega; d) alusele ülekanduva värvi hulk peab olema proportsionaalne matriitsi antud kohas asuva värvi hulgaga; e) värvaine ei tohi matriitsist aluse želatiinkihti üleminekul laiali imbuda (küll-difusioon).

Hüdrotüüpia-värvainete suhtes on enesestmõistetavaks nõudeks, et nende neeldumiskõverad vastaksid värvuste subtraktiivse sünteesi tingimustele ja et need oleksid küllalt valguskindlad.

Hüdrotüüp-protsessi jaoks võib kasutada nii paisumis- kui ka pesemisreljeefi.

Enamuse praegusaegsete hüdrotüüp-menetluste puhul kasutatakse mitmesugusel viisil saadud pesemisreljeefi. Et saada paisumisreljeefi, kopeeritakse kujutis komponentnegatiividelt nn. matriitsfilmi valgustundlikule kihile. Matriitsfilm on tselluloidalus, millele on kantud želatiinkiht. Enne tarvitamist värskendatakse matriitsfilm ammooniumdikromaadi 2—5 protsendilises lahuses 3—5 minutit ja kuivatatakse.

Kopeerimine toimub kontaktrükina tugeva valgusallika abil, sest matriitsfilmi tundlikkus on väga madal. Pärast seda matriitsid värvitakse värvainete lahuses. Olenevalt värvaine valikust värvuvad kas reljeefi pargitud või parkimata osad. Kui kasutatakse värvaineid, mis värvivad paremini parkimata želatiini, siis positiivse kujutise saamiseks tuleb kujutis kopeerida matriitsfilmile must-valgest komponentnegatiivist. Peamiselt pargitud želatiini värvivate värvainete kasutamisel võib kopeerida otse negatiividelt.

Kui vajatakse suurendatud kujutist, siis tuleb selle meetodi juures valmistada vastavas suuruses diapositiivid või duplikaat-negatiivid ja kopeerida nendelt.

Samasugust matriitsfilmi võib kasutada pesemisreljeefi saamiseks. Sel juhul tuleb aga filmi valmistamisel selle želatiinkihile lisada punast või kollast väljapestavat värvainet, mis kergendab matriitsi töötlemisel protsessi käigu jälgimist. Matriitsfilmi värskendamine toimub harilikul viisil. Kopeerimine komponentnegatiividelt toimub kontaktrükina ja tingimata läbi tselluloidkülje, muidu järgneva töötuse juures želatiinkiht läheb aluselt lahti.

Valgustatud matriitsfilmi töödeldakse kuuma veega, nagu pigment-protsessigi juures; seda protsessi nimetatakse harilikult matriitsi kuuma pesemiseks. Matriitsfilmi kihis asuv värvaine võimaldab jälgida kuuma pesemise protsessi ja reljeefi tekkimist.

Kuuma pesemise lõpul pestakse matriitsfilmi kihis asuv värvaine välja ja film kuivatatakse.

Suureks ebamugavuseks on kroomitud želatiini väikene valgustundlikkus, mis nõuab kopeerimisel tugevat valgusallikat, suureformaadiliste koopiate saamiseks aga — suurendatud diapositiivide või duplikaat-negatiivide valmistamist.

Tänapäeva hüdrotüüp-meetodite juures on see puudus kõrvaldatud pesemisreljeefi saamiseks hariliku valgustundliku kihiga matriitsfilmi kasutamisega, mis sisaldab hõbehalogeniidi ja kollast väljapaistvat värvainet. Pesemisreljeef saadakse matriitsfilmi erilise töötlemisega: parkiva ilmutamisega või parkiva pleegitamisega.

Parkiva ilmutamisega meetodite puhul toimub matriitsfilmi töötle-

mine järgmiselt. Komponentnegatiivide kopeerimine toimub nagu harilikult kõigi selliste protsesside juures, filmi tselluloidalse poolt. Õige valgustusaeg määratakse prooviga.

Pärast valgustamist ilmutatakse film parkiva toimega ilmutilahuses, mis põhjeneb sellel, et mõnedel ilmutusainete (eriti pürogallooli) hapendumisproduktidel on želatiini parkimise võime.

Moodustuvate ilmutusaine hapendumisproduktide kogus, järelikult ka valgustundliku kihi antud osa parkimisaste on proportsionaalne ilmutamisel tekkiva hõbeda hulgaga, s. t. vastab hõbekujutise tihedusele antud kohas.

Näitena toome parkiva ilmutilahuse retsepti.

L a h u s A

Pürogallool	6 g
Naatrionsulfit, krist.	6 g
Kaaliumbromiid	2 g
Vesi	kuni 1000 ml

L a h u s B

Potas	100 g
Vesi	kuni 1000 ml

Töötamiseks segatakse mõlemad lahused vahekorras $A : B = 1 : 1$. Ilmutamine kestab 6—8 min. 18—20° C juures. Pärast parkivat ilmutamist ja lühikest pesemist toimub matriitsi kuum pesemine vees temperatuuriga 38—40°. Saadud reljeefist eemaldatakse metalliline hõbe pleegitamise ja järgneva kinnistamisega.

Parkiva pleekimisega meetodite juures komponentnegatiividest kopeerimine toimub nagu harilikult läbi tselluloidi, kuid matriitsifilmi töötlusprotsess on veidi erinev (vt. joon. 28).

Matriitsifilmi ilmutamine toimub 5 min. jooksul harilikus negatiivide ilmutilahuses.

Ilmutiresept.

Metool	2 g
Hydrokhinoon	5 g
Naatrionsulfit, veevaba	100 g
Booraks	2 g
Vesi	kuni 1000 ml

Pärast ilmutamist tuleb matriitsifilmi korralikult pesta 10 min. jooksul. Mitteküllaldane pesemine takistab ühtlast pleegitamist.

Järgmiseks operatsiooniks on saadud hõbekujutise pleegitamine järgmises lahuses:

Parkivpleegitaja retsept.

L a h u s A

Ammooniumdikromaat	20 g
Väävelhape (erik. 1,84)	4 ml
Vesi	kuni 1000 ml

L a h u s B

Naatriumkloriid	45 g
Vesi	kuni 1000 ml

Töölahuseks võetakse 1 osa lahust A, 1 osa lahust B ja 6 osa vett. Lahuse temperatuur — 18°. Pleegitamise kestus on 5 min. Pleegitamise ajal tuleb vanni liigutada. Pleegitamisprotsessi jooksul toimub želatiini parkimine kohtades kus leidub hõbedat, proportsionaalselt kujutise tihedusega.

Otsekohe pärast pleegitamist matriits asetatakse vanni, milles asub vesi temperatuuriga 52° ja toimetatakse kuum pesemine.

Alalise ja energilise vanni liigutamisega sulab parkimata želatiin ja pestakse maha. Iga minuti tagant sogane vesi valatakse ära, vahetades selle sama temperatuuriga kuuma veega. Vett vahetatakse 4—5 korda, kuni tekkiv reljeef jääb täiesti puhtaks ja vesi enam sogaseks ei muutu.

Pärast kuum pesemise lõpetamist tuleb matriits üle loputada toatemperatuurilise veega, selleks et reljeefi veidi tugevdada. Siis asetatakse matriits 1 minutiks järgneva koostisega kinnistilahusesse.

Kinnisti-retsept.

Naatriumhüposulfit	240 g
Naatriumsulfit, veevaba	15 g
Äädikhape, 28%	47,5 ml
Boorhape	7,5 g
Kaalium-maarjas	15 g
Vesi	kuni 1000 ml

Kinnistamise lõppedes pestakse matriitsi 5 min. jooksvas vees ja kuivatatakse, mille järel see on valmis värvimiseks ja ülekandmiseks.

Matriitside värvimiseks kasutatakse aniliinvärve. Selleks otstarbeks kõlbavad värvikolmikud: a) tartraziin — kollaseks, azofuksiin — purpurseks ja ksüleensinine — taevasiniseks värviks, või b) sulfoonkollane — kollaseks, lihtroosa — purpurseks ja tiokarmiin — taevasiniseks värviks. Matriitsid värvitakse värvainete lahustes, mis sisaldavad nõrka hapet, harilikult äädik- või sidrunhapet. Anname värvimislahuste retseptid.

Kollane värvimislahus.

Tartraziin	40 g
Äädikhape	10 ml
Vesi	kuni 1000 ml

Purpurne värvimislahus.

Azofuksiin	2 g
Äädikhape	10 ml
Vesi	kuni 1000 ml

Taevasinine värvimislahus.

Ksüleensinine	4 g
Äädikhape	10 ml
Vesi	kuni 1000 ml

Matriitside värvimise kestus oleneb kasutatava värvidekolmiku omadustest ja värvimislahuse koostisest ning ulatub mõnikord 20—30 minutini. Eespool antud retseptuuri jaoks on värvimisaeg: 1,5 min. — kollase lahuse jaoks, 3 min. ülejäänud kahe lahuse jaoks.

Pärast värvimist võetakse matriitsid lahusest ja pestakse ettevaatlikult lahjendatud äädikhappelahuses (0,5%), et eemaldada liigset värvainelahust. Kuni ülekandmiseni säilitatakse matriitsid 0,1-protsendilise äädikhappelahusega täidetud vannis. Nüüd võib kõik kolm värvitud matriitsi asetada kõrvuti portselanvanni põhjale, selleks et hinnata saadava värvilise positiivi värvuseülekande kvaliteeti.

Vaatluse tulemuste põhjal võib matriitse parandada, sest värvimisprotsess võimaldab reguleerimist. Nii näiteks on võimalik ühe komponendi positiivi mitteküllaldast kontrastsust tõsta matriitsi teistkordse värvimisega värvimislahuses, mille äädikhappesisaldust on suurendatud. Komponentpositiivi kontrastsust võib vähendada matriitsi pesemisega 1-protsendilises ammoniaagilahuses ja korduva värvimisega vähendatud äädikhappe hulga värvimislahuses. Liig tihedate matriitside üldist nõrgenemist võib saavutada ettevaatliku pesemisega külmas vees.

Küllalt hästi tasakaalustatud matriitside saamise järel võib alustada hüdrotüüpse ülekande protsessi.

Hüdrotüüp-ülekande aluseks on erilisel viisil pargitud želatiinkihiga kaetud paber. Sellist alust on võimalik valmistada vastava töötlemise teel harilikust fotopaberist.

Hüdrotüüp-trükiks kõlbavad kõik siledapinnalised paberisordid: läikiv, poolmatt ja matt. Hüdrotüüpseks ülekandeks ei sobi krobeline-pinnalised paberisordid.

Fotopaberilehed kinnistatakse matriitside jaoks soovitatud kinnistis, mille järel neid pestakse ja töödeldakse 5 min. jooksul järgmise koostisega söövitusalahuses.

Söövitusalahuse retsept.

Lahus A

Ammooniumsulfaat	200 g
(või maarjas 145 g)	
Vesi	kuni 1000 ml

Lahus B

Sooda, krist.	100 g
Vesi	kuni 1000 ml

Töölahuse saamiseks valatakse lahus B aeglaselt lahusesse A hästi segades, selleks et algul moodustuv valge sadestis täielikult lahustuks, mille järel lahus filtreeritakse.

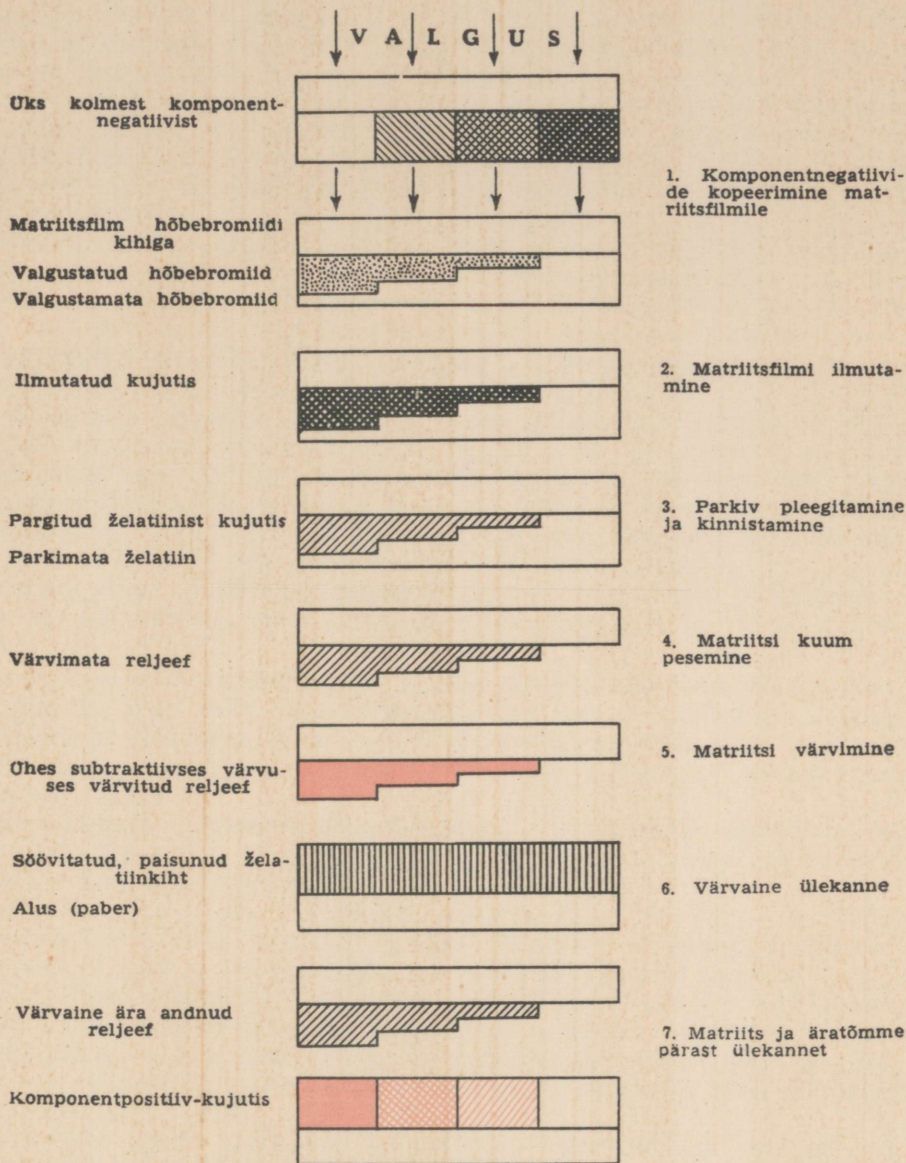
Peale söövitusalahuse töötlemist pestakse paberit 5 min. jooksvas vees ja asetatakse 5 minutiks naatriumatsetaadi 5-protsendilisesse lahusesse; siis pestakse paber lõplikult 5 min. jooksvas vees. Nii valmistatud paberit kasutatakse kohe või kuivatatakse säilitamiseks.

Varemalt ettevalmistatud paberit tuleb enne tarvitamist hästi leotada (kuni täieliku niiskumiseni) toatemperatuuriga vees. Mitteküllaldasel niisutamisel ei toimu värvi ülekandmine ühtlaselt ja seetõttu tekivad plekid.

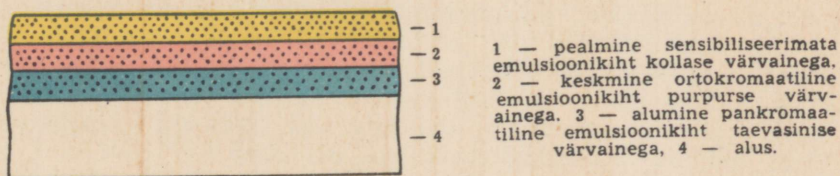
Kuna kõik kolm värvainet moodustavad paberile ülekandmisel läbi paistva kujutise, siis ei ole nende ülekandmise järjekord põhimõtteliselt oluline. Ülekandmisel kujutise kontuuride ühtelangemise paremaks jälgimiseks on soovitatav kasutada siiski järgmist järjekorda: esmalt kantakse üle purpurne kujutis, seejärel — taevasinine ja lõpuks — kollane. Mõnede värvainete ja kasutatavate retseptide eriomadused tingivad aga ka teistsuguse komponendi positiiv-kujutise ülekandmise järjekorras.

Ülekande- ja komponendi kujutiste kontuuride ühteasetamise-tehnika on järgmine.

Paksule klaasile asetatakse üks või kaks lehte märga filtripaberit ja sellele leht leotatud ülekandepaberit, želatiinkihiga ülespoole. Värvitud matriits võetakse äädikhappelahusest ja asetatakse ettevaatlikult



Joon. 28. Hüdrotüüp-menetluse skeem parkiva pleegitamise kaudu pesemisreljeefi saamisega.



Joon. 29. Värvainete valastamiseetodi juures kasutatava kolmekihilise positiivfilmi ehituse skeem.

reljeefiküljega vastu ülekandepaberit želatiinkihti. Siis rullitakse matriits tihedasti vastu paberit, hoides matriitsi kinni nii, et see ei liiguks paigast ja jälgides, et matriitsi ja paberi vahele ei jääks õhumulle. Nüüd asetatakse matriitsi peale leht märga filtripaberit, kaetakse pealt teise klaasiga, millele asetatakse mingi raskus.

Matriitsi ja paberi kontakt, mille jooksul toimub värvaine difusioon reljeefist paberi želatiinkihti, kestab 5—30 min. olenevalt värvainete omadustest ja ülekande tingimustest. Üks tähtis tingimus on järgmine: tööruumi, värvilahuste, klaaside ja niisutatud paberi temperatuur peab olema umbes 25°.

Ülekande lõpetamisel tõstetakse klaas ettevaatlikult üles ja eraldatakse matriits alusest. Seejuures värvaine peab olema täielikult üle kandunud ja matriits peab jääma värvainest puhtaks. Nüüd alustatakse teise positiiv-kujutise ülekandmist. Esimene ülekantud kujutis paberil kaetakse vees märjaskastatud õhukese tselluloidlehega ja sellele asetatakse teine ülekandeks ettevalmistatud matriits.

Liigutades matriitsi mööda tselluloidi sobitatakse esimese ja teise komponentkujutise kontuurid ühte. Peale selle pööratakse matriits ühest äärest ettevaatlikult üles, hoides kõvasti paigal teist äärt, tõmmatakse tselluloidleht välja ja lastakse matriits paberi želatiinkihile, jälgides et ei tekiks kontuuride erinevust. Siis rullitakse matriits ligi ja viiakse ülekanne läbi samuti nagu kirjeldatud eespool.

Samal viisil teostatakse kolmanda komponentkujutise paigaleasetamine ja ülekandmine, mille lõppedes valmis värviline äratõmme kuivatatakse.

Matriitse võib kasutada mitu korda, värvides need iga kord uuesti. Hea matriits võib anda õige ja hoolika käsitlemise puhul kuni 20 heakvaliteedilist ülekannet ja enamgi. Vajaduse korral võib matriitsi pärast ülekannet ära kuivatada ja jätkata värviliste ülekannete valmistamist mõne aja pärast.

Menetlused värvainete valastamisega. Värvainete valastamisega meetodid põhjenevad värvainete omadusel hävineda (pleekuda) valguse või mõne keemilise teguri mõjul.

Kopeerimine toimub erilistele materjalidele, millel on kolm valgustundlikku kihti, milledest igaüks sisaldab vastavat värvainet. Kopeerimise juures värvaine hävitatakse kas vahetult valguse toimel või positiivse hõbekujutise kaasmõjul. Kuna pleekumine toimub ainult neis kohtades, milledele mõjus valgus, siis saadakse negatiivilt kopeerimisel samuti negatiivne kujutis; seepärast tuleb värvilise positiivi saamiseks kopeerida mitte komponentnegatiividest, vaid must-valgetest komponentpositiividest.

Praegusaegsed meetodid värvainete valastamisega põhjenevad värvainete hävitamisel ja kõrge valgustundlikkusega hõbebromiidi kasutamisel.

Joonisel 29 on kujutatud positiivse filmi ehitus värvainete meetodil kopeerimiseks, mida võidakse valmistada nii läbipaistval kui ka läbipaistmatul alusel. Alusele 4 on kantud pankromaatileine positiivne emulsioonikiht 3 (tundlik punastele kiirtele), millesse on segatud taevasinist värvainet. Järgnev on ortokromaatileine positiivne emulsioon 2 (tundlik rohelistele kiirtele), mis sisaldab purpurset värvainet. Pealmine kiht 1 on sensibiliseerimata positiivne emulsioon (tundlik sinistele kiirtele), mis sisaldab kollast värvainet.

Joonisel 30 on näidatud sellele materjalile kopeerimisel kujutise tekkimine.

Nagu juba öeldud, toimub kopeerimine komponentnegatiivide abil saadud must-valgeilt komponentpositiividelt. Et saada subtraktiivse sünteesi reeglite järgi värvilist kujutist, selleks on vaja saada igast komponentpositiivist kujutis ainult ühes filmikihis ja nimelt „punasest“ negatiivist saadud positiivkujutis tuleb kopeerida filmi alumisele kihile, mis sisaldab taevasinist värvainet; „rohelisest“ negatiivist saadud kujutis — filmi keskmisele kihile, mis sisaldab purpurset värvainet ja „sinisest“ negatiivist saadud kujutis — filmi pealmisele kihile, mis sisaldab kollast värvainet.

Säärane igale filmikihile eraldi kopeerimine toimub valgusefiltrite — punase, rohelse ja sinise abil. Komponentpositiiv „punasest“ negatiivist kopeeritakse läbi punase valgusefiltri, kusjuures valgustatakse ainult alumist pankromaatilist punasetundlikku kihti. Komponentpositiiv „rohelisest“ negatiivist kopeeritakse läbi rohelse valgusefiltri, kusjuures valgustatakse ainult keskmist ortokromaatilist kihti. Lõpuks, komponentpositiiv „sinisest“ negatiivist kopeeritakse läbi sinise valgusefiltri pealmisele sensibiliseerimata sinisetundlikule kihile.

Pealmises kihis asuv kollane värvaine on ühtlasi valgusefiltriks, mis ei lase siniseid kiiri keskmise ja alumise kihini, kusjuures tekiks nende kihtide valgustamine, sest nad omavad peale lisatundlikkuse vastavalt rohelistele ja punastele kiirtele ka hariliku tundlikkuse, s. t. tundlikkuse siniste kiirte suhtes.

Järkjärgulist kopeerimist tuleb läbi viia selliselt, et komponentpositiivi vahetamisel üksikute esemete kujutis langeks filmil alati täpselt samale kohale.

Pärast kopeerimist toimub tötlusprotsess, mis koosneb järgmisest üheteistkümnest operatsioonist.

- 1) Hõbekujutise ilmutamine — toimub 8 min. jooksul ilmutilahuses.

Lahuse koostis:

Metool	8 g
Naatriumsulfit, krist.	250 g
Sooda, veevaba	12 g
Kaaliumbromiid	1 g
Vesi	kuni 1000 ml

- 2) Lühike pesemine — 2 min.
- 3) Kinnistamine hüposulfiti 30-protsendilises lahuses — 12 min.
- 4) Pesemine — 15 min.
- 5) Värvainete valastamine metallilise hõbeda tekkekohtadel viie-minutilise töötlemisega alljärgnevas lahuses:

Lahuse koostis:

Vesi	100 ml
Väävelhape, kontsentreeritud	9,8 g
Kaaliumbromiid	4 g

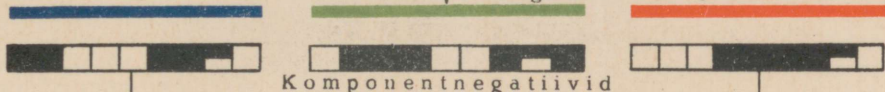
- 6) Pesemine — 2 min.
- 7) Pleegitamine — 5 minutit vask(II)kloriidi 5-protsendilises lahuses.
- 8) Pesemine — 2 min.
- 9) Kinnistamine — 5 min. hüposulfiti 30-protsendilises lahuses.
- 10) Lõplik pesemine — 10 min.
- 11) Kuivatamine.

I VÄRVUSTE LAHUTAMINE

Pildistatav objekt



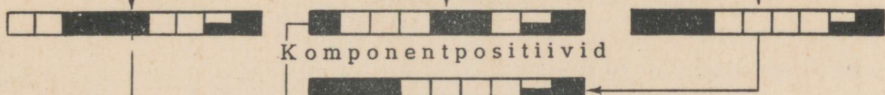
Pildistamine läbi valgusefiltrite



Komponentnegatiivid

II VÄRVUSTE MOODUSTAMINE

Komponentpositiivid



1. „Punases“ negatiivist saadud komponentpositiivi kopeerimine kolmekihilisele filmile läbi punase valgusefiltri

2. „Rohelisest“ negatiivist saadud komponentpositiivi kopeerimine kolmekihilisele filmile läbi rohelse valgusefiltri

3. „Sinisest“ negatiivist saadud komponentpositiivi kopeerimine kolmekihilisele filmile läbi sinise valgusefiltri

4. Kolmekihiline film pärast hõbekujutise ilmutamist

5. Kolmekihiline film pärast hõbekujutise pleegitamist ja värvainete hävitamist

6. Kolmekihiline film pärast kinnistamise kaudu hõbeda eemaldamist

7. Objekti värviline kujutis vaatlemisel läbivas või peegelduvas valguses

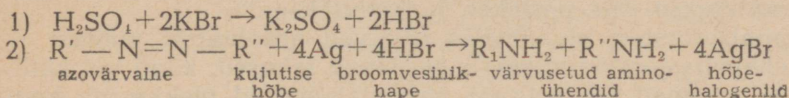
- valgustamata hõbehalogeniid
 - valgustatud hõbehalogeniid

- ilmutatud metalliline hõbe

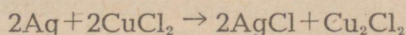
Joon. 30. Värvainete valastamise meetodi juures värvilise kujutise saamise skeem.

Ilmutamisel moodustub metalliline hõbe kohtades, mis vastavad komponentpositiivide heledatele kohtadele. Järgneval kinnistamisel eemaldatakse filmist ülejäänud kasutamata hõbehalogeniid.

Valastamislahuses töötlemisel toimub kohtades, mis sisaldavad metallilist hõbedat, värvaine valastamine proportsionaalselt tihedusega, s. t. metallilise hõbeda hulgaga antud kohas. Seejuures toimub kihtidele lisatud värvainete (nõndanimetatud azovärvainete) taastamine värvituteks aminoühendeiks. Samaaegselt pleegitatakse metalliline hõbe ja muudetakse hõbehalogeniidiks järgmise skeemi järele:



Metalliline hõbe, mis jäi värvainete valastamisel kasutamata, muudetakse hõbehalogeniidiks vask(II)kloriidi lahuses:



Järgneva kinnistamisega eemaldatakse kogu hõbehalogeniid, järele jääb värvainetest koosnev valmis värviline kujutis.

Toonimismenetlused. Hõbedast komponentpositiivide värvilisteks muutmise üheks kõige lihtsamaks meetodiks on mitmesuguste toonimismenetluste kasutamine. Selle põhimõtte toomine värvilisse fotograafiasse lõi aluse subtraktiivse värvilise fototrüki toonimismetodite rühmale.

Kolmevärvilise komponentpositiivi saamiseks ja nende järgnevaks ühele alusele asetamiseks on vajalikud eralduva kihiga valgustundlikud positiivmaterjalid (filmid ja paberid).

Toonimismenetluse abil kujutise valmistamisel lähtutakse komponentnegatiividest, mis saadud harilikul viisil. Projekteerimise teel või kopeerimisel saadakse erilisel, eralduva kihiga fotopaberil kolm positiivkujutist. Üks toonimismenetluse variantidest põhjeneb järgmise ehitusega eralduva kihiga fotopaberi kasutamisel: alusele on kantud vees lahustuv vahekiht, millele on valatud kolloodiumikiht, mis moodustab õhukese tselluloidfilmi; tselluloidkihi peale on kantud harilik positiivne emulsioon. Sellist fotopaberit kasutades töödeldakse pärast kopeerimist komponentpositiive tavalisel viisil (ilmutamine ja kinnistamine), kontrollides kopeerimise õigsust, nagu kirjeldatud eelpool kontaktpleegitamisega pigmentmenetluste juures. Ilmutada on soovitatav järgmise koostisega ilmutis:

Ilmuti eralduva kihiga fotopaberile.

Metool	0,75 g
Naatriumsulfit, veevaba	11,5 g
Hydrokhiinon	3,25 g
Sooda, veevaba	11,25 g
Kaaliumbromiid	1,4 g
Vesi	kuni 1000 ml

Seda lahust tuleb kasutada lahjendamata; ilmutada 2 min. 18° juures. Kõik kolm komponentpositiivi tuleb ilmutada korruga ühes vannis, milles on küllaldane hulk ilmutilahust. Pärast ilmutamist asetatakse koo- piad 5-protsendilisse äädikhappelahusesse, mis ilmutamise katkestab ja siis järgmise retsepti järgi valmistatud hapusse kinnistisse:

Hapu kinnisti.

Hüposulfit	150 g
Kaalium-metabisulfit	25 g
Vesi	kuni 1000 ml

Kinnistamine olgu täielik, pärast seda toimub korralik pesemine vähemalt 20 min. jooksul. Paberi vahekihi lahustumise kiirus on valitud selliselt, et eralduva kihiga paberi normaalse töötlemisprotsessi juures vahekihi lahustumine algab lõpliku pesemise ajal; seejuures paberalus eraldub ja kujutis jääb õhukesele tselluloidile. Sellisel kujul läheb kujutis toonimisele. Toonimisprotsess toimub kahes lahuses: algul positiivid pleegitatakse, siis pestakse ja toonitakse.

Kõik toonimisprotsessi staadiumid nõuavad absoluutset puhtust ja täpsust, sest ebapuhastest vannidest määrduvad lahused, käed või käterätikud, samuti pritsmed põhjustavad parandatamatuid plekke või koopia rikkumist. Mingil juhul ei tohi tarvitada vigastatud emailiga raudvanne.

Pleegitamise- ja toonimisprotsesside ühtluse kindlustamiseks on vajalik kogu koopiaste töötlemise ajal vanne alaliselt liigutada. Temperatuur kõikide protsesside juures peab olema 18—20°.

Lahuste valmistamiseks tuleb kasutada ainult destilleeritud vett. Kui pesemiseks kasutada olev vesi on liiga kõva, siis tuleb ka pesta destilleeritud vees.

Iga komponentpositiiv toonitakse ühes subtraktiivses värvuses. Komponentpositiiv „rohelisest“ negatiivist toonitakse purpursiks.

Purpursel kujutisel annab lahustumatu ühend, mida nimetatakse nikkellüoksiimiks ja mis on purpursel värvusega. Positiiv pleegitatakse algul järgmises lahuses:

Pleegitamislahus purpursel ja taevasinisel kujutisel jaoks.

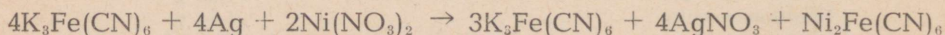
Lahus A

Nikkelnitraat	40 g
Kaaliumtsitraat	300 g
Sidrunhape	20 g
Formaliin 10-protsendiline	100 ml
Vesi	kuni 1000 ml

Lahus B

Punane veresool	150 g
Vesi	kuni 1000 ml

Pleegitamiseks segatakse 5 osa lahust A ja 1 osa lahust B. Pleegitamise kestus — 10 min. Lahus ei ole püsiv ja valatakse pärast tarvitamist ära. Pärast pleegitamist pestakse positiivi umbes 10 minutit kollase tooni täieliku kadumiseni. Töötlemise tulemusel positiiv pleegib, kusjuures tekib nikkelferritsüaniid, mis vees lahustumatuna jääb kihti ja moodustab pleegitatud kujutise.



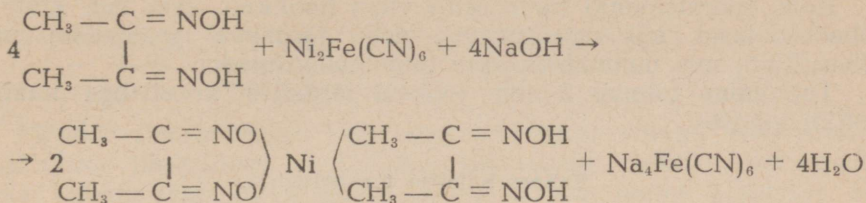
Pleegitatud ja pestud positiiv toonitakse järgmises lahuses:

Purpursel kujutisel toonimislahus.

Dimetüülglüoksiim	6,4 g
Naatriumhüdrosüüd	6,4 g
Vesi	kuni 1000 ml

Pleegitamise kestus — 10 min.

Pleegitatud kujutise töötlemisel pleegitamislahuses annab pleegitamisel tekkinud nikkelferritsüaniid dimetüülglüoksiimiga keeruka vees mittelahustuva ühendi — nikkeldimetüülglüoksiimi, millel on purpurne värvus; seega saamegi positiivi purpurne tooni.



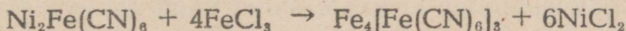
Komponentpositiiv „punasest“ negatiivist toonitakse taevasiniseks. Pleegitamisprotsess teostatakse samal viisil ja samas lahuses nagu purpurne kujutise puhul.

Pärast pleegitamist toonitakse positiiv 10 min. järgmises lahuses:

Taevasinise kujutise toonimislahus.

Raud(III) kloriid	50 g
Vesi	kuni 1000 ml

Toonimislahuse toimel tekib pleegitamisel saadud kujutisel, mis koosneb nikkelferritsüaniidist, vees mittelahustuv $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$, mida nimetatakse berliinisiniseks ja millel on taevasinine värvus:



Komponentpositiiv „sinisest“ negatiivist toonitakse kollaseks. Pleegitamiseks tarvitatakse järgmist lahust:

Pleegitamislahus kollase kujutise jaoks

Lahus A

Kadmiumnitraat	15 g
Vesi	kuni 500 ml

Lahus B

Kaaliumtsitraat	150 g
Formaliin 10-prots.	20 ml
Vesi	kuni 500 ml

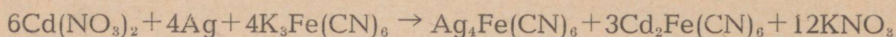
Lahus D

Punane veresool	150 g
Vesi	kuni 1000 ml

Töölahuse koostamiseks võetakse 50 ml lahust A, 50 ml lahust B ja pärast A ja B kokkuvalamist lisatakse 7 ml lahust D.

Koopiat pleegitatakse 12 minutit, loputatakse ja asetatakse uuesti pleegitamislahusesse, millele enne seda lisatakse 15 ml 10-protsendilist hüposulfitilahust. Töötlemine selles lahuses kestab 3 min., mille järel koopia loputatakse uuesti üle ja pannakse üheks minutiks nõrka (1,5—2%) hüposulfitilahusesse ja siis pestakse lõplikult 20—30 min.

Selle töötuse juures tekib hõbeferritsüaniid ja kadmiumferritsüaniid:



Hõbeferritsüaniid eemaldatakse hüposulfitilahuses töötlemisel.

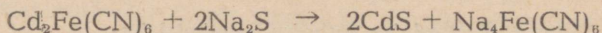
Kõik operatsioonid tuleb täita väga hoolikalt, sest kui kihti jääb hõbedasoolasid, siis moodustavad need järgneval toonimisel pruuni hõbesulfiidi, mis muudab kollase tooni määrdukuks.

Toonimine toimub 3 min. jooksul järgmise koostisega naatriumsulfiidi lahuses:

Kollase kujutise toonimislahus.

Naatriumsulfiid (keemiliselt puhas)	50 g
Vesi	kuni 1000 ml

Selles lahuses muutub kadmiumferritsüaniid erekollase värvusega kadmiumsulfiidiks:



Pärast toonimist tuleb hoolikalt pesta.

Kolm ühevärvilist komponentpositiivi tuleb asetada üksteise peale nii, et kujutiste kontuurid langeksid võimalikult täpselt ühte. Alusena võib kasutada kinnistatud ja hästi pestud fotopaberit. Toonimise lõppemisel asetatakse märjad komponentpositiivid vees leotatud aluspaberile. Seejuures tuleb hoolikalt jälgida kõigi kolme kujutise kontuuride ühtelangemist. Kokkusobitatud koopiata ääred vajutatakse raskuse abil ettevaatlikult ligi ja lastakse harilikes tingimustes kuivada. Pärast kuivamist lõigatakse valmis kolmevärviline kujutis välja ja kleebitakse papile.

Teine tootmismenetluse variant põhjeneb teistsuguse kihiga paberi tarvitamisel, see on harilik fotoaluspaber, millele on kantud parkimata, kergesti sulav želatiinkiht ja selle peale — tugevasti pargitud emulsioonikiht. Kopeerimine komponentnegatiividelt toimub sellisele paberile harilikul viisil: pärast komponentpositiivide normaalset töötlemist (ilmutamine ja kinnistamine) rullitakse need ükshaaval emulsiooniküljega vastu tselluloidkihti ja töödeldakse kuuma veega; seejuures sulab parkimata želatiinkiht, alus läheb emulsioonkihist lahti ja komponentpositiiv-kujutised jäävad tselluloidlehtedele. Pärast seda iga kujutis toonitakse nagu kirjeldatud eespool ja kantakse järjekorras tselluloidilt alalisele alusele, samuti nagu pigment-trüki juures.

§ 12. Värviline fotograafia kolmekihilistel materjalidel värvilise ilmutamisega.

Värvilise ilmutamise printsiipe. Nagu teada, seisneb hariliku fotograafilise kihi ilmutamisprotsess valgustatud hõbehalogeniidi taandamises metalliliseks hõbedaks orgaanilise ilmutusaine toimel, mis on taandamise teostajaks. Seejuures moodustub ilmutamisreaktsiooni tulemusena metalliline hõbe, mis läheb hõbekujutise moodustamiseks ning ilmutusaine hapendumisproduktid ja halogeenvesinikhape, mis neutraliseeritakse ilmutilahuses leiduva leelise poolt.

Antud keemilised reaktsioonid illustreerivad ainult värvilise ilmutamise protsessi formaalselt võimalikku skeemi. Tegelikult kulgeb see protsess palju keerukamalt.

Kolmekihilised filmid überpöörämismenettluseks. Värvilise ilmutamise printsiip on leidnud praktilise väljenduse reas värvilise fotograafia meetodeis. Kõikide nende meetodite juures kasutatakse erilisi kolmekihilisi valgustundlikke materjale.

Esimesed kolmekihilised filmid valmistati überpöörämismenettluse jaoks; pildistamise ja töötlemise tulemusel saadi neil värviline diapositiiv.

Kolmekihiline film (joon. 31) koosneb kolmest õhukesest emulsioonikihist — 1, 3 ja 4, mis on erineva spektraalse tundlikkusega ja valatud samale alusele.

Kõige alumine kiht 4 koosneb emulsioonist, mis on tundlik punastele kiirtele. Selle peale on valatud ortokromaatiline emulsioon 3, mis on tundlik kollakas-rohelistele kiirtele. Pealmine emulsioonikiht 1 koosneb sensibiliseerimata emulsioonist, mis on tundlik sinistele kiirtele. Pealmise ja keskmise emulsioonikihi vahel asub vahefilterkiht 2, mis on metallilise hõbeda kolloidosakestega värvitud kollaseks; see kiht on kollaseks valgusefiltriks ja peab kinni pealmise kihi läbistanud sinised kiired, nii et need ei pääse mõjuma keskmisele ja alumisele kihile.

Peale nende kihtide joonisel 31 on: 5 — alus; 6 — valgustaravastane lakk; 7 — valgustaravastane kiht.

Joonisel 32 on antud üksikute emulsioonikihtide spektraalse tundlikkuse karakteristikata, samuti kolmekihilise filmi iga kihi efektiivne tundlikkus ühes kollase filterkihiga.

Nagu näha joonisest 32, filmi selline ehitus võimaldab teostada filmile langeva valguse värvuselahutamist ja kasutada selle iga kihti ühe komponentkujutise registreerimiseks.

Kolmekihilised filmid annavad võimaluse teostada värvuste lahutamist ühe võttega ja ükskõik millist harilikku fotokaamerat kasutada. Kolmekihiliste materjalide suureks eeliseks on veel see, et pole vajalik komponentpositiiv-kujutiste ühtesobitamine.

On olemas kaks peamist tüüpi kolmekihilisi filme, mis erinevad töötlemisviisi poolest: 1) filmid järkjärgulise värvilise ilmutamisega ja 2) filmid samaaegse värvilise ilmutamisega.

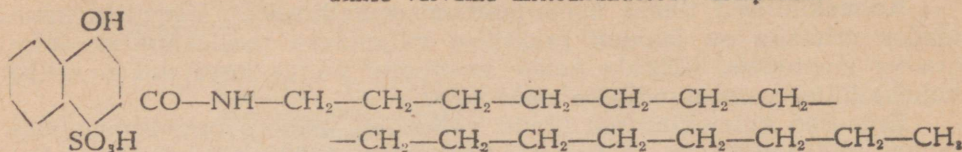
Järkjärgulise värvilise ilmutamisega filmide juures kasutatakse niinimetatud difundeeruvaid värvikomponente, millel on võrdlemisi lihtne molekuli ehitus, mis on hästi lahustuvad ja mis on võimelised želatiinikihti tungima.

Selliste difundeeruvate komponentide näiteiks võivad olla: atsetoatsetaniliid, 1-fenüül-3-metüül-5-pirazoolon ja alfa-naftool. Sellised komponendid lisatakse ilmutilahusele ja kasutatakse neid kolmekihilise filmi ühe kihi ilmutamiseks. Kõigi kolme kihi ilmutamine toimub järkjärguliselt ja kindlas järjestuses.

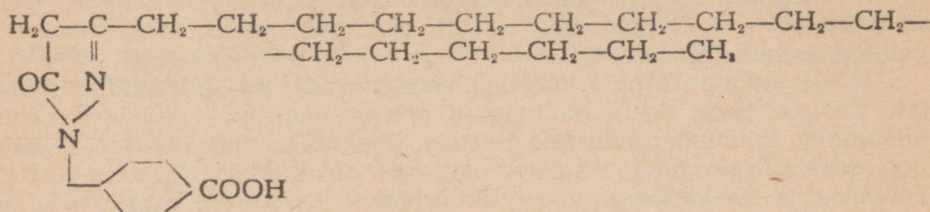
Samaaegse värvilise ilmutamisega filmide töötlemisel kasutatakse, erinevalt esimest tüüpi filmidest, niinimetatud mittedifundeeruvaid värvikomponente, mis saadakse difundeeruvaist komponentidest molekuli keerukamaks muutmise, molekulkaalu suurendamise ja molekulile keeruka konfiguratsiooni andmise teel. Seejuures jääb värvikomponent väheliikuvaks ja kaotab võime tungida läbi paisunud želatiinikihi; fotograafilisele kihile valmistamise ajal juurde lisatult jääb ta kihti, kuhu ta on segatud ja ei tungi naaberkihti.

Mittedifundeerivate komponentide näiteiks võivad olla järgmise koostisega ained:

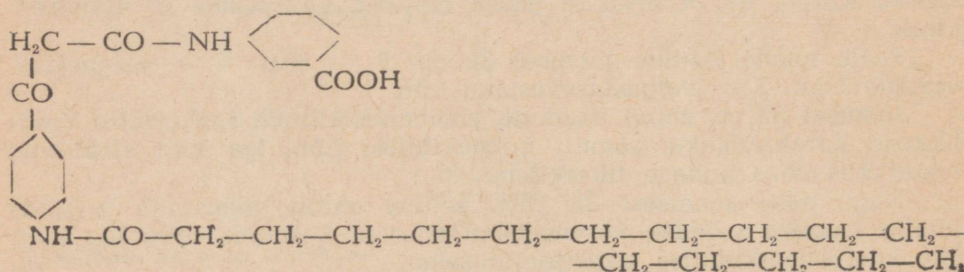
Sinise värvaine mittedifundeeruv komponent:



Purpuse värvaine mittedifundeeruv komponent:



Kollase värvaine mittedifundeeruv komponent:



Samaaegseks värviliseks ilmutamiseks määratud kolmekihiliste filmide valmistamisel lisatakse selle igasse emulsioonikihti vastavalt taevasinise, purpuse ja kollase värvaine mittedifundeeruv värvikomponent. Seejuures ei sisalda ilmutilahuks värvikomponente ja värviline ilmutamine toimub emulsioonikihtides asuvate komponentide arvel. Kõigi kolme kihi ilmutamine toimub üheaegselt.

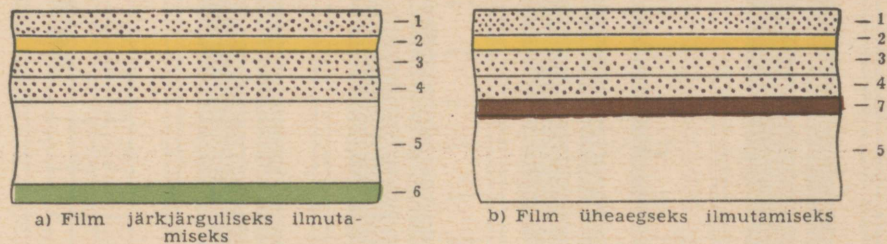
Joonisel 33 antakse järkjärguliseks värviliseks ilmutamiseks määratud kolmekihilise überpööramisfilmi töötlemise ja värvilise kujutise moodustumise skeem.

Ulesvõtte tulemusel tekib igas kihis latentne objekti komponentkujutis. Ulesvõtte teostamise järele toimub kolme negatiivse komponentkujutise ilmutamine harilikus ilmutis järgneva korraliku pesemisega.

Hõbehalogeniid, mis jäi valgustamata ja ilmumata, moodustab kolm positiivkujutist, millised muudetakse järkjärgult värvilisteks (värvaineist koosnevaiks) kujutisteks.

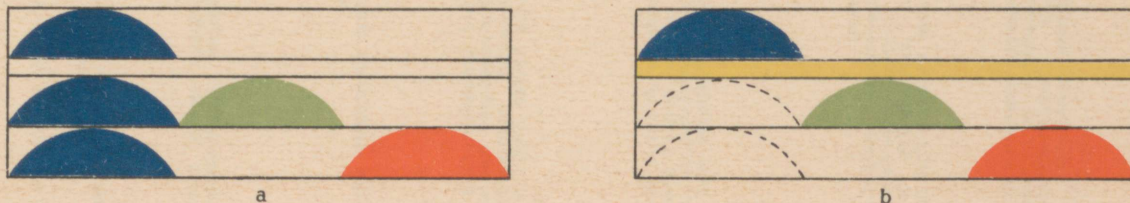
Töötlemise edasine käik põhjeneb mõnede praegusaegsete sensibiisaatorite omadusel lagunemata välja kannatada hariliku fotograafilise töötlemise tingimusi. Filmi valgustatakse aluse poolt läbi punase valgusefiltri; seejuures valgustatakse ainult alumises, punasetundlikus kihis järelejäänud hõbehalogeniidi.

Pärast alumise kihi valgustamist töödeldakse filmi ilmutis, mis sisaldab taevasinist komponenti ja saadakse alumises kihis taevasinine komponentpositiiv. Siis pestakse film ja valgustatakse pealmise kihi



1 — pealmine sensibiliseerimata emulsioonikiht, 2 — filtrikiht, 3 — keskmine ortokromaatiline emulsioonikiht, 4 — alumine pankromaatiline emulsioonikiht, 5 — alus, 6 — valgustaravastane lakk, 7 — valgustaravastane kiht.

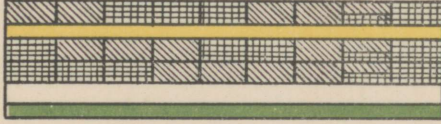
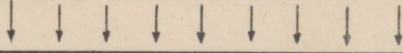
Joon. 31. Kolmekihilise überpööramisfilmide ehituse skeem.



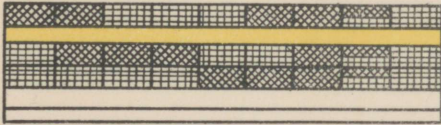
Joon. 32. Värvilise ilmutamisega überpööramisfilmide üksikute kihtide spektraalse (a) ja efektiivse (b) tundlikkuse skemaatiline kujutis.



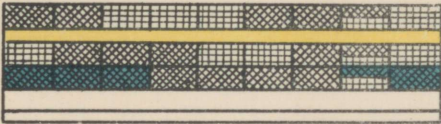
1. Pildistatav objekt.



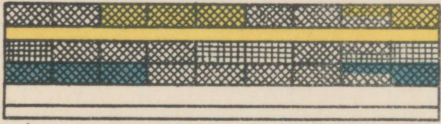
2. Latentne kujutis filmil pärast pildistamist



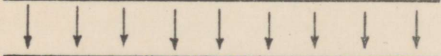
3. Film pärast must-valge ilmutamist (must-valgete komponentnegatiivkujutiste moodustumine ja valgustaravastase kihi värvusetuks muutumine)



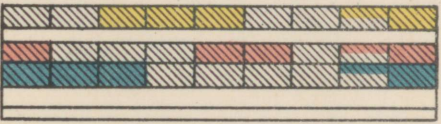
4. Film pärast alumise kihi läbi punase valgusefiltri valgustamist lahuses taevasinise komponendiga (taevasinise komponentpositiivi moodustumine)



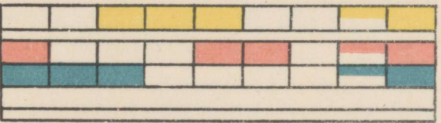
5. Film pärast pealmise kihi valgustamist läbi sinise valgusefiltri ja värvilist ilmutamist lahuses kollase komponendiga (kollase komponentpositiivi moodustumine)



6. Film pärast valges valguses valgustamist ja värvilist ilmutamist lahuses purpursel komponendiga (purpursel komponentpositiivi moodustumine)



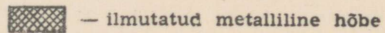
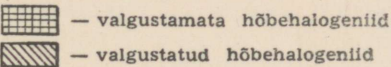
7. Film pärast metallilise hõbeda pleegitamist



8. Film pärast kinnistamist (filmist metallilise hõbeda täielik eemaldamine)



9. Pildistatud objekti värviline kujutis vaatlemisel läbivas valguses



Joon. 33. Järkjärgulise värvilise ilmutamisega kolmekihilisel ümberpööramis-filmil värvilise kujutise saamise skeem.

poolt läbi sinise valgusefiltri; seejuures valgustatakse pealmise kihi järelejäänud hõbehalogeniid, keskmisse kihti valgus aga ei pääse kollase filterkihi tõttu.

Pärast pealmise kihi valgustamist töödeldakse filmi ilmutis, mis sisaldab kollast komponenti ja saadakse pealmises kihis kollane komponentpositiiv.

Peale pesemist valgustatakse filmi küllaldase intensiivsusega valge valgusega; seejuures valgustatakse keskmise kihi hõbehalogeniidi.

Filmi töödeldakse nüüd ilmutis, mis sisaldab purpurset komponenti ja pestakse uuesti.

Töötuse viimaseks operatsiooniks on filmist kogu metallilise hõbeda eemaldamine, milleks võib kasutada harilikku pleegitamist ja filmi järgnevat kinnistamist; seejuures eemaldub filmist ka filterkihti moodustav metalliline hõbe, mille tõttu see muutub värvusetuks. Tulemusena saadakse lõplik värviline diapositiiv.

Joonisel 34 on toodud kolmekihilisel filmil ümberpööramise teel värvilise kujutise saamiseks vajaliku töötlemise ja samaaegse värvilise ilmutamise skeem.

Pildistamisel latentse kujutise ja kolme komponentnegatiivse kujutise moodustumine toimub täiesti samal viisil nagu eelmises skeemis, edasine värviliste komponentpositiivide saamine osutub aga palju lihtsamaks. Kuna iga kiht sisaldab juba varem värvilisel ilmutamisel vastava värvaine tekitamiseks vajalikkude mittedifundeeruvat värvikomponenti, siis on vajalik kõigi kolme järelejäänud hõbehalogeniidist positiivkujutise üldine intensiivne valgustamine ja film ilmutatakse lahuses, mis sisaldab ainult ilmutusainet värviliseks ilmutamiseks ning ei sisalda värvikomponente. Seejärel toimub pesemine ja kogu metallilise hõbeda eemaldamine; tulemusena saadakse lõplik värviline kujutis.

On olemas ka kolmekihilisi materjale, millede juures on kombineeritud difundeeruvate komponentide kasutamine samaaegse värvilise ilmutamise printsiibiga. Selleks lisatakse difundeeruvad komponendid emulsiooni kihtidesse, mis eelnevalt on ümbritsetud kaitsva kestaga, millest komponent läbi ei tungi, kuid millest pääsevad läbi ilmutusaine hapendumisproduktid; sellisel viisil „kaitstud“ komponent muutub praktiliselt mittedifundeeruvaks. Filme kaitstud komponentidega töödeldakse sama skeemi järele nagu filme mittedifundeeruvate komponentidega.

Kolmekihilistel ümberpööramisfilmidel saadakse unikaalne värviline kujutis. Põhimõtteliselt on võimalik säärasid värvilist diapositiivi kolmekihilisele ümberpööramisfilmile kopeerides saada sellest (analoogilise töötlemisega) värvilist duplikaati. Selline otsene kopeerimine annab aga märgatavalt halvema värvuse edasiandega kvaliteediga duplikaadi. Viimasel ajal on välja töötatud originaalsetest diapositiividest kopeerimiseks kolmekihilised filmid, mis annavad küllalt häid tulemusi.

Negatiiv-positiiv-protsess. Kolmekihiliste ümberpööramisfilmide kasutamine lahendas edukalt rea värvilise fotograafia põhilisi tehnilisi raskusi: värvuste lahutuse harilikku fotokaameraga ja komponentpositiivide kokkusobitamise. Need meetodid ei lahendanud aga algul värviliste fotode paljundamise ja paberil värviliste kooptide saamise küsimust.

Edasise kolmekihiliste meetodite arengu tulemusena loodi spetsiaalsed kopeerimisfilmid, millede juures värvilisest originaalset kopeerimise ja ümberpööramise meetodil töötlemise teel võidi saada värvilise kujutise duplikaat, s. o. värviline foto, mida võib vaadelda kas läbivas- või peegelduvas valguses olenevalt aluse materjalist — läbipaistev alus või läbipaistmatu valge pigmenteeritud film.

Sellega paralleelselt lahendati pildistamisel saadavate värviliste kujutiste paljundamise probleem veel teisel viisil. Pildistamine kolmekihilistel materjalidel omandas arenedes fotograafide harjunud kuju: negatiivprotsess eraldus positiivi kopeerimise protsessist, loodi erilised kolmekihilised negatiivfilmid, mida saab kasutada igas fotokaameras ja millistel saadakse pildistamise ja värvilise ilmutamise tulemusel negatiivne värviline kujutis. Värvilisest negatiivist võidakse kontakt- või projektsioonkopeerimise ja värvilise ilmutamise kaudu kolmekihilisele positiivmaterjalile (paberile või filmile) saada praktiliselt piiramata arv vajalikum suuruses värvilisi fotopositiive.

Kolmekihilisel mittedifundeerivate värvikomponentidega negatiivfilmil on samasugune ehitus kui analoogilisel ümberpööramisfilmil. Selle ehitus erineb ainult niipalju, et negatiivfilmi valgustaravastane kiht asub mitte aluse emulsioonipoolisel, vaid tagumisel küljel ja on rohelist värvi lakikiht. Üksikute kihtide spektraalse tundlikkuse jaotuse ja kihtidesse lisatud komponentide iseloom on sama mis ümberpööramisfilmil.

Joonisel 35 on toodud kolmekihilise negatiivfilmi ehitus, kus: 1 — pealne sensibiliseerimata emulsioonikiht; 2 — filtriikiht; 3 — keskmine, ortokromaatiline emulsioonikiht; 4 — alumine pankromaatiline emulsioonikiht; 5 — alus, 6 — valgustaravastane lakk.

Mittedifundeerivate komponentidega negatiivfilmi töötlemisprotsess koosneb järgmistest operatsioonidest. Pärast pildistamist toimub filmi värviline ilmutamine; seejuures ilmuvad selle eri kihtides negatiivsed komponenthõbekujutised ja ühes nendega värvilised komponentkujutised samade negatiivi tiheduste suhtega kui hõbekujutiste juures. Pärast värvilist ilmutamist pleegitatakse film ja kinnistatakse; selle tulemusel jäävad filmi ainult negatiivsed komponentkujutised.

Nende kolme kujutise summa moodustab värvilise negatiivi, mida kasutataksegi kolmekihilisele positiivmaterjalile kopeerimiseks.

Mustad hõbedast komponentnegatiivkujutised osutuvad selles protsessis asendatuiks värviliste negatiivsete komponentkujutistega. Selline asendamine on vajalik komponentnegatiivide kopeerimiseks kolmekihilisele positiivmaterjalile, eraldi igasse vastavasse kihti.

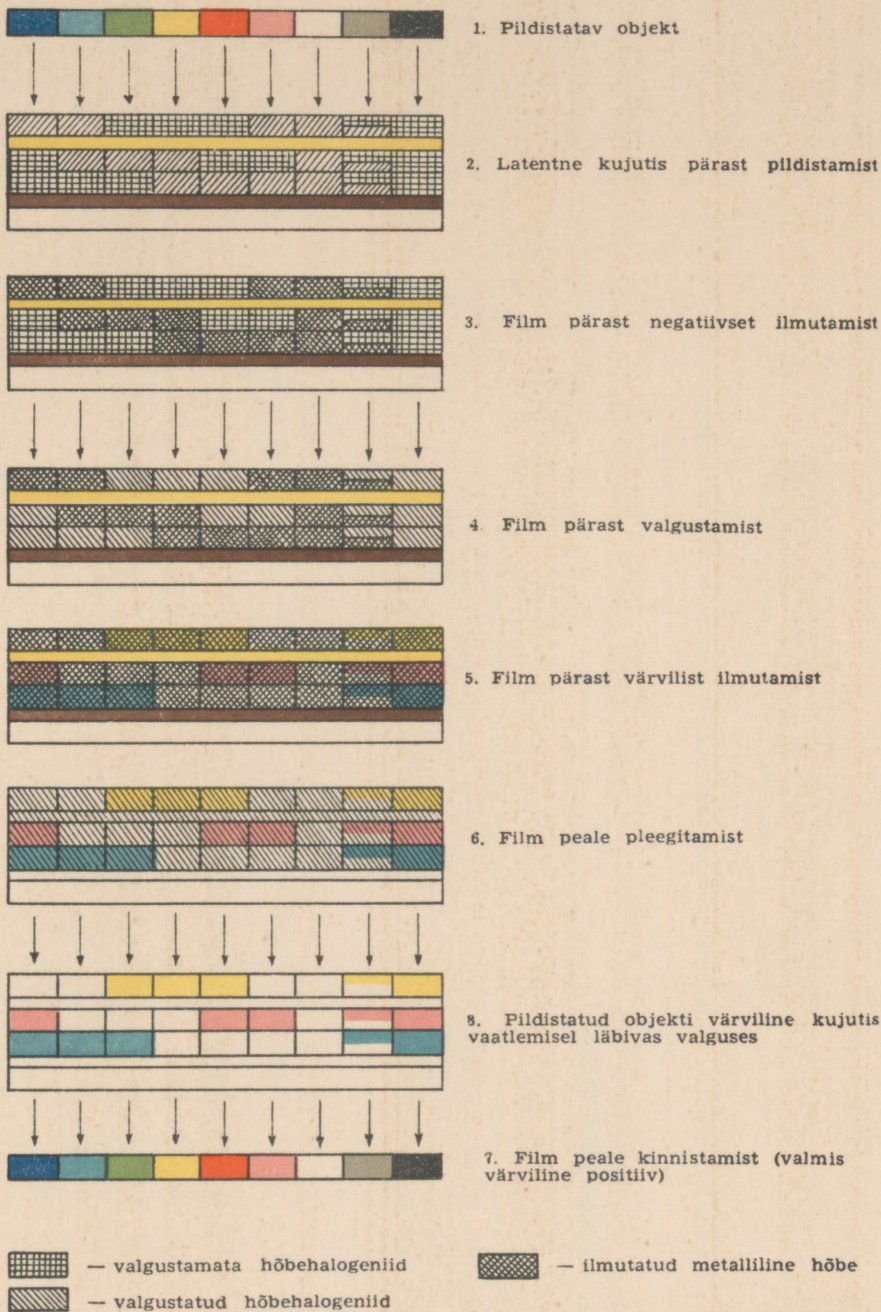
Mittedifundeerivate komponentidega ja üheaegse värvilise ilmutamisega kolmekihilisel positiivfilmil ja kolmekihilisel fotopaberil on negatiivfilmiga analoogiline ehitus.

Joonisel 36 on toodud kolmekihiliste positiivmaterjalide ehitus, kus: 1 — pealne sensibiliseerimata emulsioonikiht; 2 — filtriikiht; 3 — keskmine ortokromaatiline emulsioonikiht; 4 — alumine pankromaatiline emulsioonikiht; 5 — läbipaistev tselluloid; 6 — valgustaravastane lakk; 7 — valge läbipaistmatu pigmenteeritud tselluloid; 8 — paberist fotoalus.

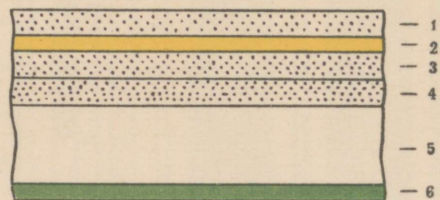
Fotopaberil puudub valgustaravastane kiht. Kihtide spektraalse tundlikkuse jaotuse ja komponentide iseloom on üldiselt samasugune kui negatiivmaterjalidel, on aga ka mõningaid erinevusi: negatiiv- ja positiivmaterjalide üksikute kihtide tundlikkusetsoonide mõningane nihe ja negatiivi ning positiivi üksikute kihtide värvainete värvuse (kasutatavate värvikomponentide) erinevus.

Positiivfilmi ja paberi töötlemine on ühesugune negatiivfilmi töötlemisega, kuid peale positiivmaterjalide värvilist ilmutamist kasutatakse ilmutusprotsessi kiireks peatamiseks katkestuslahust, selle järele pleegitatakse ja kinnistatakse.

Joonisel 37 on toodud värvilise negatiivi ja värvilise positiivi tööt-

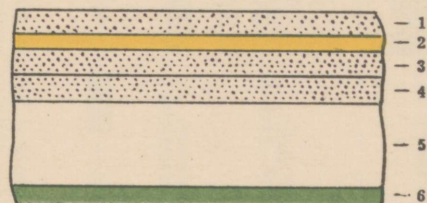


Joon. 34. Üheaegse värvilise ilmutamisega überpööramisfilmidel värvilise kujutise saamise skeem.

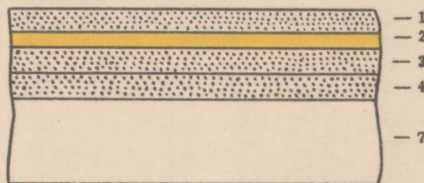


1 — peamine sensibiliseerimata emulsioonikiht, 2 —
 filtrikiht, 3 — keskmine ortokromaatilne emulsiooni-
 kiht, 4 — alumine pankromaatilne emulsioonikiht,
 5 — alus, 6 — valgustaravastane lakk.

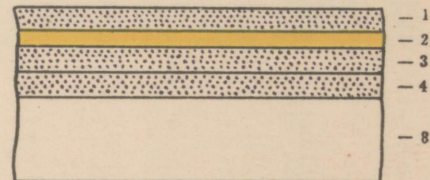
Joon. 35. Uheaegse värvilise ilmutamisega kolmekihilise negatiivfilmi ehituse skeem.



Positiivfilm läbipaistval alusel



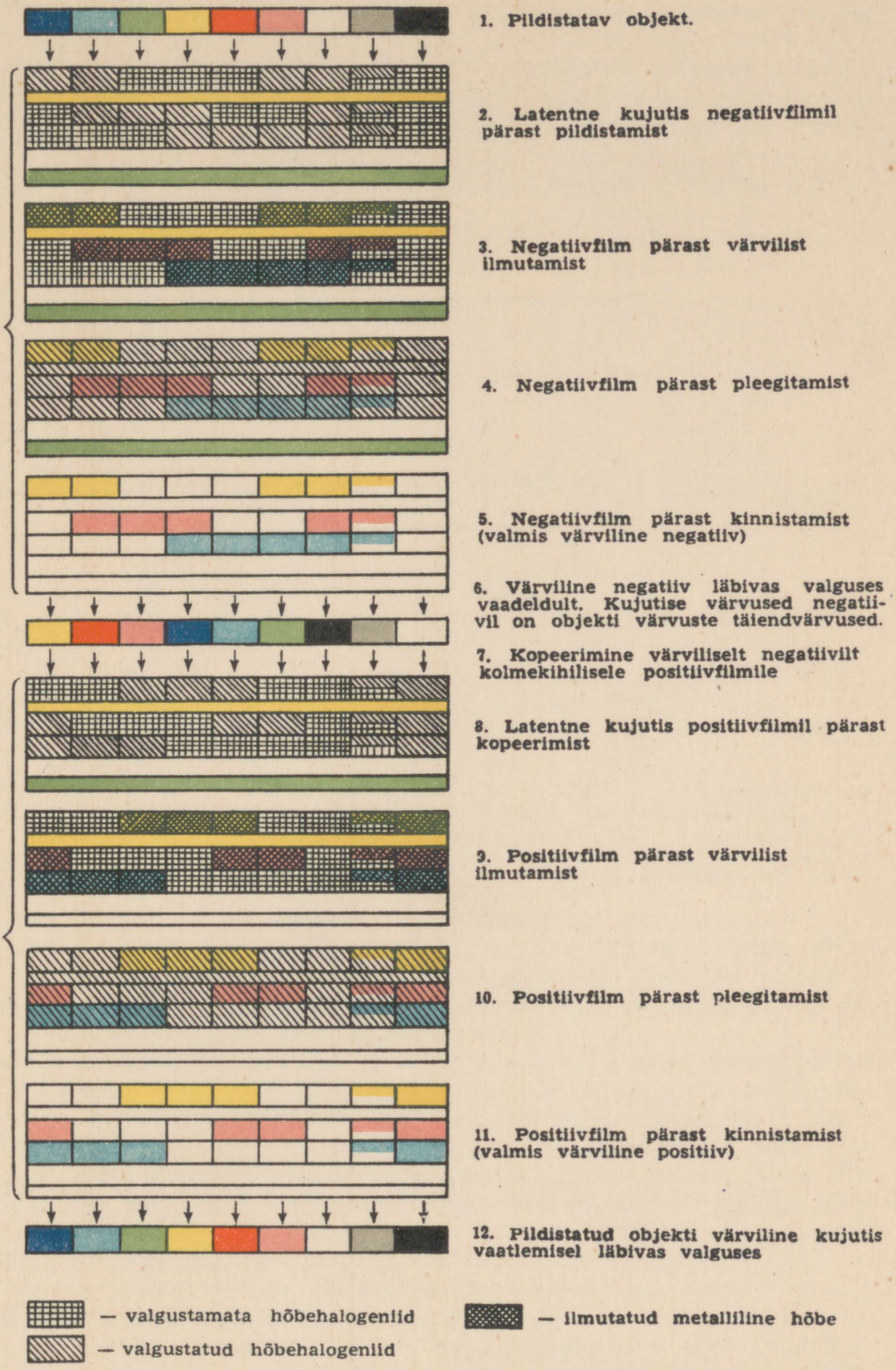
Positiivfilm valgel pigmenteeritud alusel



Fotopaber

Joon. 36. Uheaegse värvilise ilmutamisega kolmekihiliste positiivmaterjalide ehituse skeem.

1 — peamine sensibiliseerimata emulsioonikiht, 2 —
 filtrikiht, 3 — keskmine ortokromaatilne emulsiooni-
 kiht, 4 — alumine pankromaatilne emulsioonikiht,
 5 — läbipaistev tselluloid, 6 — valgustaravastane lakk,
 7 — valge läbipaistmatu pigmenteeritud tselluloid,
 8 — paber-fotoalus.

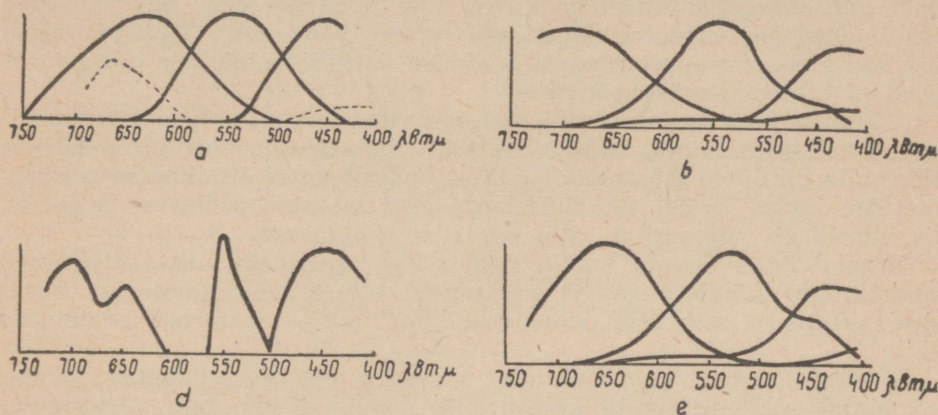


Joon 37. Üheaegse värvilise ilmutamisega kolmekihilistel filmidel negatiiv-positiivprotsessis värvilise kujutise saamise skeem.

lusprotsessi skeem ja negatiiv-positiivprotsessi juures värvilise kujutise tekkimine.

Nagu skeemist nähtub, koosneb värviline negatiiv kolmest komponentnegatiivsest kujutisest, millede värvused on täiendvärvusteks spektri sellele tsoonile, millele antud kiht on tundlik. Selline värvainete valik lubab täita kopeerimisel värvilisele negatiivile esitatava põhilise nõudmise: iga komponentnegatiivi üheaegse eraldatud kopeerimise võimaldamiseks on vajalik, et igaüks neist neelaks ühe kolmandiku spektri kiirtest.

Antud juhul negatiivfilmi pealmise kihi kollane värvaine neelab spektri sinise kolmandiku kiiri; keskmise kihi purpurne värvaine — spektri roheline kolmandiku kiiri ja alumise kihi taevasinine värvaine — spektri punase kolmandiku kiiri; samal ajal neist värvainetest peab igaüks täielikult läbi laskma ülejäänud kahe tsooni kiired.



Joon. 38. Kolmekihiliste negatiiv- ja positiivfilmide üksikute kihtide efektiivse spektraalse tundlikkuse ja värvainete spektraalse neeldumise kõverad:

a — kolmekihilise negatiivfilmi efektiivne spektraalne tundlikkus; b — kolmekihilise negatiivfilmi värvainete spektraalne neeldumine; d — kolmekihilise positiivfilmi kihtide efektiivne spektraalne tundlikkus; e — kolmekihilise positiivfilmi värvainete spektraalne neeldumine.

Värvilise negatiivi tegelikud värvained rahuldavad seda nõuet ainult osaliselt; see põhjustab kopeerimis-valgusvihi ebatäpse värvuste lahutuse ja positiivi mitte-vastavate kihtide osalise valgustamise, ühtlasi valmis värvilise positiivi värvülekande moonutusi.

Positiivmaterjalide kihtide selektiivse tundlikkuse parandamise sihiga on positiivfilmi ja -paberi keskmine ja alumine kiht sensibiliseeritud kitsa tundlikkusetsooniga sensibilisaatoritega sääraselt, et positiivi üksikute kihtide sensibilisatsiooni maksimumid langeksid ühte vastavate negatiivi kihtide värvainete neeldumise maksimumidega (joon. 38).

Kuna positiivmaterjali värvaineid kasutatakse otseselt lõpliku värvilise kujutise moodustamiseks, siis peavad need võimalikult vastama kolmevärvilise subtraktiivse värvusemoodustamise nõudeile.

Vaatleme nüüd lähemalt kolmekihilise värvilise negatiivi kopeerimisprotsessi kolmekihilisele positiivmaterjalile (vt. skeem joon. 37).

Kopeerimisel „sinine“ negatiivne komponentkujutis, mille moodustas värvilise negatiivi pealmise kihi kollane värvaine, mõjutab positiivmaterjali pealmist kihti ja moodustab pärast töötlemist kollase komponentpositiivi.

„Roheline“ negatiivne komponentkujutis, mille moodustas negatiivi keskmise kihi purpurne värvaine, kopeeritakse positiivmaterjali keskmisele, ortokromaatilisele kihile ja annab pärast töötlemist purpursed komponentpositiivi.

„Punane“ negatiivne komponentkujutis, mille moodustas negatiivi alumises kihis taevasinine värvaine, kopeeritakse positiivmaterjali alumisele, punasetundlikule kihile. Iga komponentnegatiivi eraldi kopeerimine ühele positiivmaterjali kihile on kindlustatud ühelt poolt sellega, et komponentnegatiivid on värvilised ja mõjuvad kopeerimisvalguse suhtes värviliste valgusefiltritena ja teiselt poolt positiivmaterjali üksikute kihtide ehituse ja sensibiliseerimisviisiga.

Nii näiteks neelab kopeerimiskiirte vihu teel asuv esimene, „punane“ komponentnegatiivkujutis, mis koosneb taevasinise värvaine mitmesugustest tihedustest, suuremal või väiksemal määral valge kopeerimisvalguse koosseisust punaseid kiiri, kuna ta samal ajal laseb täielikult läbi sinised ja rohelised kiired. Osa punaseid kiiri, mis pääsevad läbi taevasinise värvaine ühest või teisest tihedusest, läbivad vabalt negatiivi keskmise (purpursed) ja pealmise (kollase) kihi, sest need värvained ei takista punaseid kiiri.

Jõudnud positiivmaterjalini, tungivad need punased kiired läbi pealmise sensibiliseerimata kihi, filtrikihi ja keskmise ortokromaatilise kihi, neile kihtidele mõjumata, ja alles positiivmaterjali alumise pankromaatilise kihini jõudes moodustavad sellel latentse positiivse kujutise, mis värvilisel ilmutamisel saab taevasinise värvuse.

Analoogilise arutelu kaudu pole raske selgitada, et selektiivne kopeerimine toimub negatiivi keskmisest kihist positiivmaterjali keskmisele kihile ja negatiivi pealmisest kihist positiivmaterjali pealmisele kihile.

Siiski on ainult erandjuhtudel võimalik värvilise negatiivi otsese kolmekihilisele materjalile kopeerimise kaudu saada õige värvuseülekandega positiivi. Harilikult saadakse otsesel kopeerimisel värviline kujutis, mille värvusteülekandes esineb suuremal või väiksemal määral kõrvalekaldumisi ja vajab vastavat värvusekorrektsiooni.

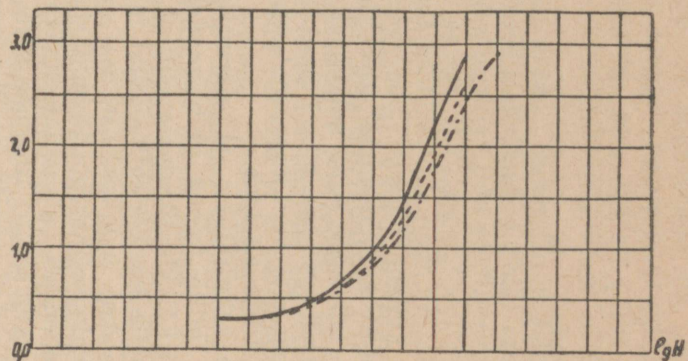
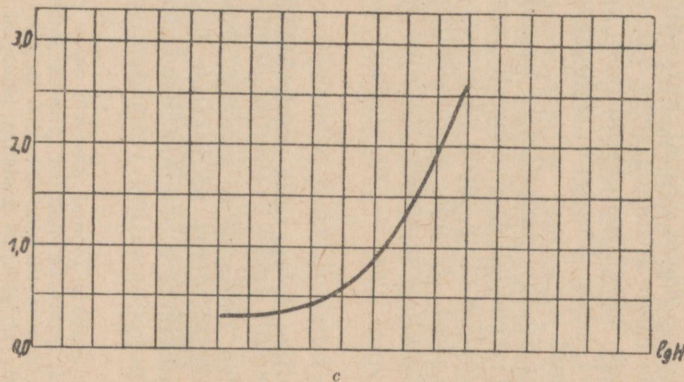
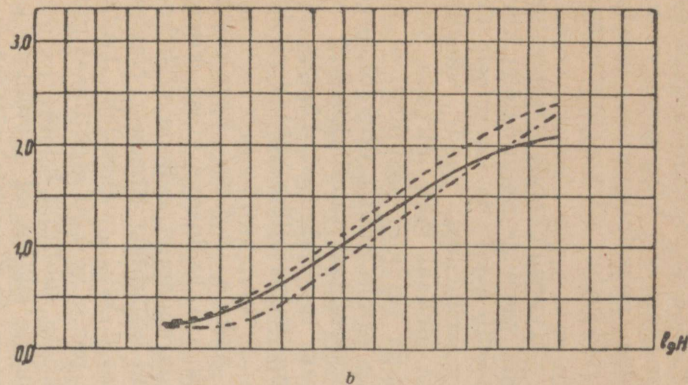
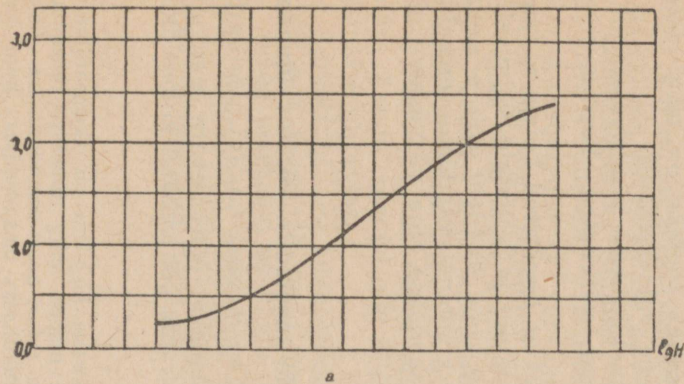
See seletub järgmiste asjaoludega. Kolmekihilise negatiivfilmi valmistusprotsess toimub sellise arvestusega, et soovitatud normaalsete valgustustingimuste juures hallskaalat pildistades värviliste komponentnegatiivide tihedused oleksid niisugused, et need koos moodustaksid hallide toonide skaala. Selline — nagu harilikult öeldakse — kolmekihilise negatiivfilmi kihtide värvusebilanss, mille juures pildistatud hallskaala ilmub negatiivil samuti hallskaalana, on ideaalseks bilansiks.

Sensitomeetriliselt vaatekohalt toimub sel juhul kõigi kolme kihi karakteristikakõverate ühtelangemine kontrastsuse ja tundlikkuse poolest (joon. 39).

Vastavalt sellele on ideaalselt tasakaalustatud positiivmaterjaliks säärane materjal, mille juures langevad samuti kokku kõigi kolme kihi karakteristikad.

Kopeerimisel ideaalselt tasakaalustatud negatiivist ideaalselt tasakaalustatud positiivfilmile võib valida säärase valgusallika, mille juures otsesel kopeerimisel toimub õige värvuste moodustumine.

Praegusaegne kolmekihiliste materjalide valmistamise tehnoloogia ei võimalda aga veel saada ideaalse tasakaaluga kihte, kuna tegelikult tekib ikkagi paratamatult vahe nii negatiiv- kui ka positiivmaterjalide juures üksikute kihtide tundlikkuses.



Joon. 39. Kolmekihiliste filmide karakteristika-kõverad.

a — kolmekihilise negatiivfilmi ideaalne karakteristika-kõver (ideaalne bilanss — kõigi kolme kihi kõverate täielik ühtelangemine);
 b — kolmekihiliste negatiivfilmide tegelikud karakteristika-kõverad (kihtide bilansis tundlikkuse ja kontrastsuse suhtes väikesed kõrvalekaldumised); — pealmise kihi karakteristika-kõver; -.-.- keskmise kihi kõver; ---- alumise kihi kõver; c — kolmekihilise positiivfilmi ideaalne karakteristika-kõver (ideaalne bilanss — kõigi kolme kihi kõverate täielik ühtelangemine); d — kolmekihilise filmi tegelikud karakteristika-kõverad (väikesed kõrvalekaldumised tundlikkuse ja kontrastsuse suhtes).

Kopeerimisseadmete valgusallikate mittestandardsusel on spektraalse koosseisu suhtes praktiliselt samasugune mõju, põhjustades nagu komponentkujutiste tasakaalu muutuse.

Tõepoolest, kui suurendada või vähendada kopeerimisvalguse suhtelist punaste kiirte sisaldust (näiteks alandades või kõrgendades lambi küttepinget) siis võrdub see taevasinise negatiivkujutise tiheduse vähendamisega või suurendamisega, s. t. põhjustab värvusebilansi muutuse.

Eelkirjeldatud põhjustel tekkivate värvuseülekande moonutuste kõrvaldamiseks tuleb kopeerimisel teostada värvuste parandamist korribeerimis-valgusefiltrite abil, millede mõju võib selgitada järgmiselt. Oletame, et värviliselt negatiivilt otsese kopeerimisega saadi värviline positiiv, millel on märgatav kollase tooni ülekaal (näit. pilvede, valge riietuse jne. kollane värvus). See võib olla tingitud asjaolust, et ülemises kihis asuv komponentnegatiivkujutis ei ole küllalt tihe (olenevalt negatiivmaterjali selle kihi suhteliselt väiksemast tundlikkusest) või positiivmaterjali esimese kihi liiga kõrgest tundlikkusest. Lõpuks võib selle põhjuseks olla veel kopeerimisseadme valgusallika suhteliselt kõrgem siniste kiirte sisaldus.

Asetame valgusallika ja negatiivi vahele kollase korrigeeriva valgusefiltri, mille toimet võib vaadelda kui kollasevärvilise komponentnegatiivi kõikide tiheduste ühtlast suurendamist, sellega võib kompenseerida selle komponentnegatiivi mitte küllaldast tihedust. Neelates kopeerimisseadme valgusvihust osa siniseid kiiri, vähendab kollane korrigeeriv valgusefilter positiivmaterjali pealmise kihi efektiivset tundlikkust ja vähendab valgusvihi siniste kiirte suhtelist hulka.

Kollase valgusefiltri tiheduse võib valida sellise, et soovimatu kollane toon nõrgeneb täpselt vajaliku suuruseni ja ülesvõttel näib värvuseülekanne normaalsena. Juhul kui valitsevaks tooniks on mõni teine varjund, siis tuleb kasutada teise värvusega valgusefiltrit.

Nii tuleb värvilisest negatiivist kolmekihilisele positiivmaterjalile kopeerimisel alati kasutada mitmesuguse värvusega korrigeerivaid valgusefiltreid.

Korrigeerivate valgusefiltrite komplekt on koostatud kolme värvuse printsiiibil ja sisaldab taevasiniseid, purpurseid ja kollaseid valgusefiltreid; komplekti kuulub igast värvusest 10 kuni 20 filtrit, mis erinevad tiheduse poolest. Nende valgusefiltrite kombinatsioonidega eemaldatakse soovimatu domineeriv varjund ja saadakse õige värvusekorrigeerimine*).

§ 13. Värvilise fotograafia subtraktiivsete meetodite võrdlev hinnang.

Värvilise fotograafia subtraktiivsete meetodite hindamisel tuleb märkida kolmekihiliste materjalide kasutamisel põhjenevate meetodite erinevust kõikidest ülejäanud meetoditest, mis põhjenevad kolme mustvalge komponentnegatiivi valmistamisel.

*) Selles peatükis toodud ühe või teise protsessi kirjeldus on skemaatiline ja sisaldab ainult protsessi põhilisi printsiipiaalseid etappe ning tüübilist retseptuuri, kusjuures terve rida tähtsaid tehnilisi detaile on autori poolt teadlikult ära jäetud; selles peatükis kirjeldatud mistahes protsessi praktiliseks omandamiseks tuleb kasutada täpsemat eriliteratuuri. Erandi moodustavad ainult meetodid kolmekihiliste materjalide kasutamisega, millede kasutamise praktikat käsitletakse täpsemalt käesoleva raamatu järgnevais peatükkides.

Kõikide subtraktiivsete meetodite eeliseks võrreldes additiivsetega on: a) võimalus saada värvilisi kujutisi läbipaistmatule alusele (paber, pigmenteeritud film); b) võimalus saada suurt arvu fotokoopiaid; d) kujutise teralisuse puudumine.

Kõikidel subtraktiivsetel meetoditel, mille üheks operatsiooniks on must-valgete komponentnegatiivide valmistamine (s. t. kõik viisid peale nende, milledes kasutatakse kolmekihilisi filme ühes värvilise ilmutamisega), on rida ühiseid puudusi. Nendeks on: a) võimalus pildistada ainult liikumatuid objekte (järkjärguline pildistamine läbi valgusefiltrite); b) vajadus kasutada liikuvate objektide pildistamisel erilisi, keeruka konstruktsiooniga ja kalleid kolme-värvi-kaameraid; d) pildistamisvõimaluste piiratus valgusefiltrite kasutamisel tekkiva suure valgustusaja pikenemise tõttu; e) värvilise positiivi valmistamise tunduv keerukus ja tulemuste mitteküllaldane stabiilsus; g) värvusemoodustamise veidi halvem kvaliteet, võrreldes additiivsete meetoditega.

Värvilise fotograafia subtraktiivsetel meetoditel, mis põhjenevad kolmekihiliste materjalide ja värvilise ilmutamise kasutamisel, on kõikide teiste subtraktiivsete meetodite eeliseid ja ei ole nende tähtsamaid puudusi. Kolmekihilistele materjalidele pildistamisel ei vajata kolme-värvi-kaameraid ja seda võib teha igasuguse kaameraga, sest et värvuste lahutamine toimub kolmekihilises filmis eneses.

Täiesti võimalikud on momentvõtted (kuivõrd langeb ära valgusfiltrite kasutamise vajadus) ja liikuvate objektide pildistamine. Kolmevärvilise positiivi valmistamise protsessi juures jääb ära tehniliselt ebamugav ja positiivprotsessi keerukamaks muutev kolme eri-komponentpositiivi valmistamise ja nende ühtesobitamise vajadus. Värvilise foto saamise protsess läheneb suuresti harilikule, must-valge fotograafia valdajale tuttavale negatiiv-positiiv-protsessile, erinedes sellest tehniliselt ainult kopeerimisel korrigeerivate valgusefiltrite ja lahuste koostamiseks eriliste kemikaalide kasutamise poolest.

Kolmekihilistel filmidel saadud värvilistel kujutistel on mõningaid puudusi looduslike värvuste ülekandes, mis tulenevad ideaalsest värvuselahutamise ja värvusemoodustamise protsessist kõrvalekaldumistest; nii nagu ülejäänud subtraktiivsed kujutisedki jäävad need selles suhtes veidi maha additiivsel meetodil valmistatud värvilistest kujutistest. Teiseks kolmekihilistel materjalidel värvilise ilmutamise kaudu saadud värviliste kujutiste tunduvaks puuduseks on nende võrdlemisi väike valguskindlus; selles suhtes on nad halvemad mõnede teiste meetodite kaudu saadud värvilistest kujutistest — eriti pigmentkihtidel saadud kujutistest.

Kolmekihilistel materjalidel pildistamise ülalkirjeldatud eelised ületavad aga tunduvalt need puudused.

Need meetodid on kõige uuemad, tehniliselt kõige lihtsamad, andes värvilisele fotograafiale massilise leviku võimaluse. Meie kino-fototööstus on juba alustanud üheaegseks värviliseks ilmutamiseks määratud kolmekihiliste filmide ja fotopaberi massilist väljalaskmist.

IV peatükk.

VÄRVILINE PILDISTAMINE KOLMEKIHILISTEL ÜMBERPÖÖRAMISFILMIDEL.

§ 14. Fotograafilise pildistamise tingimused.

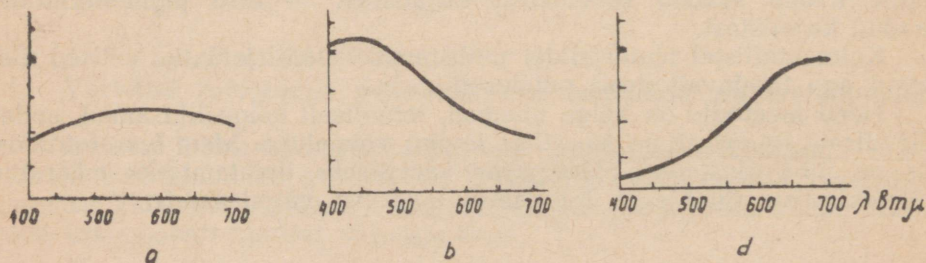
Kasutatavate filmide ja valgusallikate tüübid ning nende omadused. Kolmekihilisi überpööramisfilme valmistatakse järgmisel kujul: 35-mm filmi poolid — väikeformaadilistele kaameratele „Fed“, „Sport“ jne., rullfilm — rullfilmikaameratele pildiformaadiga $4\frac{1}{2} \times 6$, 6×6 ja 6×9 sm ja tasafilmina.

Überpööramisfilmi on olemas kaks liiki: päevavalgusel ja kunstvalgusel pildistamiseks. Need erinevad omavahel kolme emulsioonikihi tundlikkuse erineva bilansi poolest.

Iga filmiliigi bilanss on vastav selle valgusallika energiajaotuse kõverale, millise jaoks film on määratud. Filmitüübi ja sellele vastava valgusallika õige sobitamine kindlustab pildistatava objekti õige reprodutseerimise.

Päevavalgusfilmide värvibilanss on arvestatud keskpäevase valguse jaoks, värvusetemperatuuriga $T_c = 5000^\circ\text{K}$.* Kunstvalgusfilmide värvusebilanss on arvestatud suure võimsusega gaasiga täidetud hõõglampide, värvusetemperatuuriga $T_c = 3000^\circ\text{K}$, valgusel pildistamiseks.

Joonisel 40 on kujutatud nende valgusallikate spektraalse energiajaotuse kõverate erinevus.



Joon 40. Mitmesuguste valgusallikate spektraalse energiajaotuse kõverad: a — otsene päikesevalgus; b — hajutatud päikesevalgus; d — elektri-hõõglamp.

*) Valgusallikate värvusetemperatuur iseloomustab antud valgusallikast välja-kiirguva energia spektraalset jaotust. Mida kõrgem värvusetemperatuur, seda rohkem on valguses sinivioletseid kiiri, mida madalam, seda enam oranž-punaseid kiiri.

Pildistamisel annab end iga kõrvalekaldumine soovitud valgustustingimustest, iga valgusallika värvusetemperatuuri muutus tunda pildistatava objekti värvuste ülekande kvaliteedis.

Überpööramisfilmile pildistamisel on õigete valgustustingimuste kindlustamine veelgi tähtsam kui kolmekihilise negatiivfilmi juures, sest negatiiv-positiivprotsessi juures on värvilise positiivi kopeerimisel võimalus värvusi mõningal määral korrigeerida (vt. VI peatükk) milline võimalus überpööramisfilmi juures puudub. Valgustustingimused pildistamisel (koos filmi fotograafiliste omaduste ja töötlemisprotsessiga) määravad siin täielikult värvilise diaposiitvi värvuste ülekande kvaliteedi.

Mitte väiksema tähtsusega pole überpööramisfilmi juures ka õige säritusaja valik, sest nende filmide fotograafiline ulatus on väga väike, väljendudes säritusaegade suhtega 1 : 1½. Seepärast tuleb überpööramisfilmi juures säritusaeg määrata normaalse diafragma ½ jaotuse täpsusega. Valgustusaja viga ühe diafragma jaotuse võrra (s. t. 2 korda) annab õige valgustusajaga võrreldes selge värvusteülekande kvaliteedi halvenemise.

Optimaalne värvuseülekanne toimub ainult täiesti õieti säritatud ülesvõtte puhul.

Kolmekihiliste überpööramisfilmide valgustundlikkuse sensito-meetrilise hindamise meetod on käesoleval ajal veel puudulikult läbi töötatud. Harilikult väljendatakse selliste filmide tundlikkus tinglikult, võrreldes seda praktiliselt harilike must-valgete negatiivmaterjalide tundlikkusega. Kolmekihiliste überpööramisfilmide sellisel viisil väljendatud valgustundlikkus on vabrikust väljalaskmisel 400—500° H&D₁₀. Praktiliselt tuleb arvesse võtta, et überpööramisfilmide tundlikkus väheneb säilitamisel juba esimesel aastal küllaltki kiiresti; seepärast ei ületa filmide tundlikkus fotehuviliste kätte saabudes 250—300 H&D₁₀.

Tuleb tingimata rõhutada objekti värvuse mõju värvilise pildistamise säritusaja suhtes. Filmi tundlikkus on määratud heledavärviliste, eredate värviliste detailidega objektide jaoks. Harilike keskmiste objektide jaoks tuleb säritusaega pikendada umbes 2 korda, tumedavärviliste jaoks — kuni 4 korda. Olenevalt objekti värvuse eredusest muutub veidi ka fotograafiline ulatus. Objektide jaoks, kus domineerivad „soojad“ ja akromaatilised toonid, suureneb see kuni 1 : 3.

Kolmekihiliste überpööramisfilmide eriline nõudlikkus õige säritusaja suhtes põhjustab vajaduse täpselt hinnata tervet rida tegureid, mis mõjutavad tegeliku säritusaja suurust.

Objekti heleduse täpseks määramiseks tuleb kasutada hea tundlikkusega elektrilist valgustumõõtjat. Valgustumõõtja tuleb enne sobitada mõnede tüüpiliste valgustustingimuste jaoks, pildistades kolmekihilisele filmile sama kaameraga, millega edaspidi tuleb töötada. Sellega kõrvaldatakse erinevused, mis tulenevad erinevate kaamerate töötamistingimustest: katikukiiruste ebatäpsused, objektiivi konstruktsiooni ja kvaliteedi erinevused. Värvilisteks võteteks kasutatava kaamera objektiiv peab olema hästi korrigeeritud värvilise aberratsiooni suhtes.

Valguse kaod objektiivis sõltuvad suuresti läätsade arvust, näiteks samasuguse suhtelise ava juures nõuab kuueläätsaline objektiiv kolme- või neljaläätsalise objektiivi jaoks arvestatud säritusaja pikendamist 1—1½ korda. „Simine“ optika, mis värvivõtete juures annab tunduvalt paremaid tagajärgi, nõuab vastupidist — säritusaja vastavat vähendamist.

Orienteerivate andmete saamiseks võib kolmekihiliste überpööra-

misfilmide tundlikkuseks võtta valgustusmõõtjat „Weston“ kasutades 12—16, „General-Electric“ valgustusmõõtja jaoks 18—24.

Värvilise ülesvõtte põhitingimused. Värviliste ülesvõtete kolmekihilistele materjalidele õige teostamise põhitingimusteks on:

1) filmitüübi vastavus valgusallika kiirguse spektraalsele karakteristikale; 2) pildistatava objekti valgustuse küllaldane ühtlus ja järskude valguskontrastide puudumine; 3) täpne säritusaeg.

Teine tingimus on värviliste võtete spetsiifiliseks tingimuseks.

N. n. „lame“, s. t. ühtlane objekti valgustus on must-valges fotograafias ebasoovitav, kuna see vähendab valguse-varju kontrasti ja kaotab objekti kujutise reljeefsuse, muutes selle lamedaks. Värvilise ülesvõtte juures „lame“ valgustus, kusjuures objekt on valgustatud ühtlaselt ja puuduvad sügavad varjud, on harilikult parimaks valgustuseks.

Tuleb märkida, et värvilisel ülesvõttel ei tulene objekti reljeefsuse ja ruumilisuse mulje mitte valguse-varju kontrastidest, vaid värvilise ülesvõtte üksikute osade värvuse kontrastsusest. Seepärast ei ole värviliste võtete juures sellise tähtsusega püüe näidata objekte ruumilisena valgusevarju mängu kaudu ning see võib mõjuda ainult kahjulikult, luues objekti heleduste liiga suure intervalli, mis ei mahu kolmekihilise filmi fotograafilisele ulatusele.

Kolmas tingimus — täpne valgustusaeg — on täidetud ainult sel juhul kui filmi iga kiht saab täpselt vajaliku särituse. Igasugusel kõrvalekaldumisel allavalgustuse või ülevalgustuse poole muutuvad komponentnegatiivide, järelikul ka komponentpositiivide suhtelised tihedused, kihtide tasakaal on rikutud ning värvuseülekanne halveneb.

Kolmekihilistel ümberpööramisfilmidel päevavalgusel pildistamise lähteandmed on järgmised: keskploandide pildistamisel (mitte lähedalt pildistatud portree, maastik esiplaaniga, žanr) keskmistel laiuskraadidel (Moskva) katmatu päikesega kella 11 kuni 14 on valgustusaeg:

juunis — 1/50 sek. avaga 1 : 6,3

detsembris — 1/20—1/30 sek. avaga 1 : 6,3.

Värvuseülekanne suhtes hea värvilise ülesvõtte võib saada ainult siis, kui objekt on otseses päikesevalguses, keskpäevatundidel ja kõiki eelkirjeldatud pildistamistingimusi arvestades. Iga kõrvalekaldumine nendest optimaalsetest tingimustest võib põhjustada värvuseülekanandes tõsiseid moonutusi.

Sõnade „õige värvuseülekanne“ all ei tule mõista absoluutselt täpset naturaalvärvuste reprodutseerimist (mis ei ole veel saavutatav ühegi värvilise fotograafia praegusaegse meetodi abil), vaid ainult värvuste teataval määral lähenemist naturaalvärvustele, säärast värvuseülekanne, mida võib saavutada filmi fotograafiliste omaduste ja värvilisel ilmutamisel filmis tekkiva värvidekolmiku värvuseulatuse õige ärakasutamiseiga.

Värviline pildistamine mitmesugustes tingimustes. Pildistamistingimused võivad looduses olla väga mitmesugused: pildistamine päikesepaistel ja varjus; katmatu päikese ja valgete pilvedega kaetud päikesega; uduga või sompus ilmaga; keskpäeval või päikesetõusule või -loojangule lähedastel tundidel; suvisel või talvisel ajal jne.

Kui asuda värvilise ülesvõtte tegemisele otsese keskpäevase päikesevalguse asemel varjus, sompus ilmaga, hommiku- või õhtutundidel või talvisel ajal, mil päike ka keskpäeval seisab madalal, siis tuleb peale valgustuse üldise vähenemise, mida võiks kompenseerida

valgustusaja üldise pikendamise, arvestada veel valgustuse kõrvalekaldumist vajalikust optimaalsest spektraalsest karakteristikast. Kõikide nende eelnimetatud valgustustingimuste juures erineb värvuse temperatuur keskpäevase päikesevalguse värvuse temperatuurist, millele on arvestatud kolmekihilise filmi bilanss ning see asjaolu mõjub otseselt kahjustavalt värvilise ülesvõtte värvuseülekande kvaliteedile.

Katmatu päikese puhul iseloomustab valgustust varjus suur lühikeste lainepikkustega hajutatud valguskiirte sisaldus võrreldes otse keskpäevase päikesevalgusega. Varjus pildistamisel osutub filmi pealmine kiht, mis on tundlik spektri lühilainelisele (sini-violett) kolmandiku kiirtele, võrreldes teise kahe kihiga ülevalgustatuks. Vastavalt sellele tuleb värvilisel positiivil pealmises kihis asuv kollane osakujutis kahest teisest — purpurselt ja taevasinisest — suhteliselt nõrgem ja kogu värviline diapositiiv on sinise varjundiga.

Vastupidine nähtus esineb pildistamisel päikesetõusu või -loojangu lähedastel tundidel. Selle tagajärjel, et päike asub siis madalal horisondi kohal, tuleb päikesekiirtel, mis valgustavad esemeid ja maapinda, läbida atmosfääris tunduvalt pikem tee kui päeval, mil päike asub zeniidile lähedal. Seejuures hajuvad suurel määral lühilainelised kiired.

Homniku- ja õhtutundidel on päikesekiirte poolt läbitava pika tee tõttu lühilaineliste kiirte hajumisaste suur ja päikesevalgus, mis jõuab maapinnani, on võrreldes keskpäevase päikesevalgusega rikkam kollaste ja punaste kiirte poolest ning vaesem sinistest ja violetseist kiirtest. Neil tundidel pildistamisel valgustatakse suhteliselt üle alumine kiht, mis on tundlik spektri oranž-punase kolmandiku kiirtele ja tekib vastavalt nõrgem taevasinine positiivkujutis, mis asub alumises kihis. Selle tulemuseks on, et kogu värviline diapositiiv omandab tunduvalt „soojema“ varjundi, s. t. sellel domineerivad kollased-punased toonid.

Sama nähtus, kuigi väiksemal määral, tekib talvel pildistamisel, sest päike seisab siis ka keskpäeval suhteliselt madalal.

Päevavalgusfilmiga ruumis pildistamisel võib esineda kaks võimalust. Kui ruumi paistab otsene päikesevalgus, mis valgustab ruumis asuvat pildistatavat objekti, siis ülesvõttetingimused ei erine milleski pildistamisest looduses.

Kui pildistatakse siseruumis hajutatud päevavalgusel, siis vastavad pildistamistingimused täiesti katmatu päikesega varjus pildistamisele ja tulemuseks on fotod soovimatu sinaka varjundiga.

Seepärast tuleb siseruumides pildistada kunstvalguse juures ja kunstvalgusefilmile. Nagu juba öeldud, on see film tasakaalustatud võtteks võimsate gaasiga täidetud hõõglampide valgusel.

Vaatamata sellele, et harilikudel hõõglampidel on veidi madalam värvusetemperatuur, s. t. nende poolt kiiratud valgus on veidi rikkam spektri pikalainelise osa kiirtest, võib pildistada kunstvalgusefilmile küllalt heade tagajärgedega harilike hõõglampide valgusel, võimsusega 500 ja isegi 100 watti.

Praktilised lähteandmed portreevõtteks kunstvalguses ja kunstvalgusefilmile on järgmised: valgusallikad — kaks lampi á 500 watti 1 m kaugusel objektist; normaalne säritusaeg — 3 sek. ava 1 : 9 juures.

Valmis värvilisel diapositiivil ülesvõtte tulemusi hinnates on tarvis õppida õieti määrama pildistamisel tekkinud säritusaja vigu.

Normaalselt valgustatud diapositiiv näib küllalt läbipaistev ja on eredate, küllastunud kujutisevärvustega.

Ülevalgustatud ülesvõttel on väikene tihedus ja ta näib liiga läbipaistvana; kujutise värvused on kahvatud, väheküllastunud.

Allavalgustatud ülesvõte on suure tihedusega; värvused on eraldatavad ainult objekti heledates kohtades.

Kompenseerivate valgusefiltrite kasutamine. Eespooltoodust järgneb, et normaalsete valgustustingimuste juures harilikult ei kasutata mingeid valgusefiltreid. Ükskõik millise filtri kasutamine tekitab ainult värvuseülekanne moonutusi, kusjuures ülesvõte omandab selle varjundi, millise värvusega filtrit kasutati. Optimaalseist valgustustingimustest erinevais tingimustes (valgusallika värvuse temperatuuri suhtes) pildistamise vajadusel võib kasutada kompenseerivaid valgusefiltreid, mis muudavad antud valgusallika spektraalkoosseisu normaalseks, millele on tasakaalustatud tarvitav film.

On olemas hulk kompensatsioonifiltreid, mida kasutatakse pildistamisel kolmekihilistele überpööramisfilmidele mitmesugustel pildistamisjuhtudel.

Joonisel 41 on toodud kompenseerivate valgusefiltrite spektraalse neeldumise kõverad ja tabelis 1 on antud nende põhiline karakteristik.

Tabeli 1.

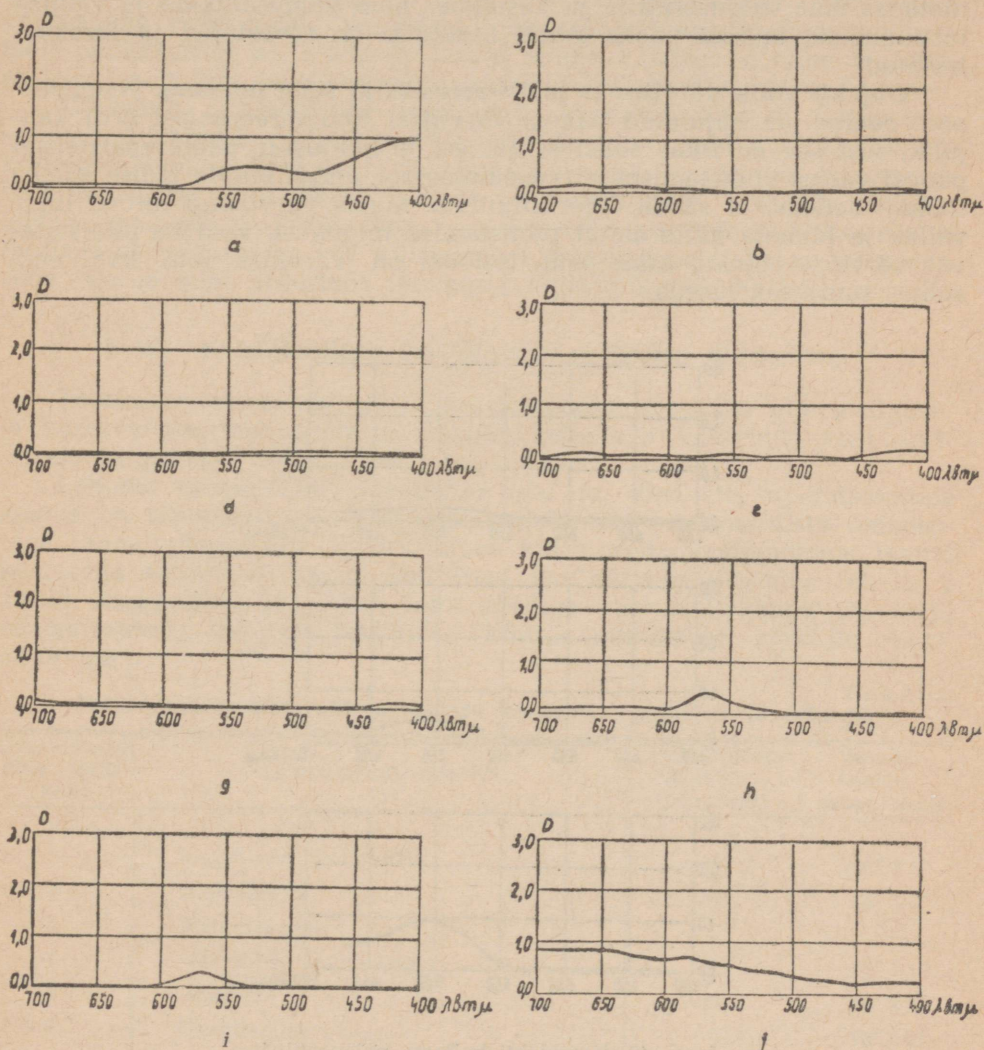
Kompenseerivad valgusefiltrid kolmekihilistele überpööramisfilmidele.

Nr.	Kasutamine	Sifr	Värvus	Valgusefiltril säritustegur
1	Pildistamiseks kunstvalgusefilmile väljas	K-19	Oranž	4
2	Pildistamiseks päevavalgusefilmile punaka valgustuse juures (hommiku- ja õhtutunnid)	K-28	Hele-taevasinine	1,5
3	Pildistamiseks päevavalgusefilmile kõrgmägedes (üle 2000 m)	K-29-S	Värvusetu	1,5
4	Pildistamiseks kunstvalgusefilmile magneesiumiga	K-31	Kollane	1,5—2,0
5	Pildistamisel kunstvalgusefilmile võimsate poolvattlampide või väikvalguse-lampidega	K-32	Helekollane	1,5—2,0
6	Pildistamiseks päevavalgusefilmile siseruumis. Pildistamiseks kunstvalgusefilmile valgeleegiliste kaarlampide valgusel (mikrofotograafiline pildistamine)	K-33-A	Taevasinakas-roosa	1,3
7	Pildistamiseks päevavalgusefilmile väljas ilma päikeseta	K-34	Roosa	2
8	Pildistamiseks päevavalgusefilmile võimsate hõõglampide valgusel	K-69	Taevasinine	5

Peale selle on olemas komplekt kollaseid valgusefiltreid, mis erinevad oma tiheduse poolest ja on märgitud tiheduse tõusmise järjekorras numbritega 1, 2, 3. Selle komplekti filtrid on määratud kolmekihilistele päevavalguse-überpööramisfilmidele pildistamiseks; tihedusele vastavalt on neil erinev neeldumisaste spektri sinises osas (joon. 42).

Seda komplekti kasutatakse pildistamisel tekkiva domineeriva sinise varjundi kõrvaldamiseks, kui valgustuse iseloom väiksemal või suuremal määral kaldub kõrvale keskpäeva tingimustest.

Valgusefiltril nr. 1 on väiksem tihedus; selle säritustegur võrdub praktiliselt 1-ga. Seda valgusefiltrit soovitatakse kasutada kaugvaatega maastiku ja lumemaastiku pildistamisel, samuti kõikidel juhtudel, kus tekib vajadus kompenseerida kergeid sinakaid varjundeid ja saada kujutise sojemaid toone.



Joon. 41. Kolmekihiliste überpööramisfilmide kompenseerivate valgusefiltrite spektraalse neeldumise kõverad.

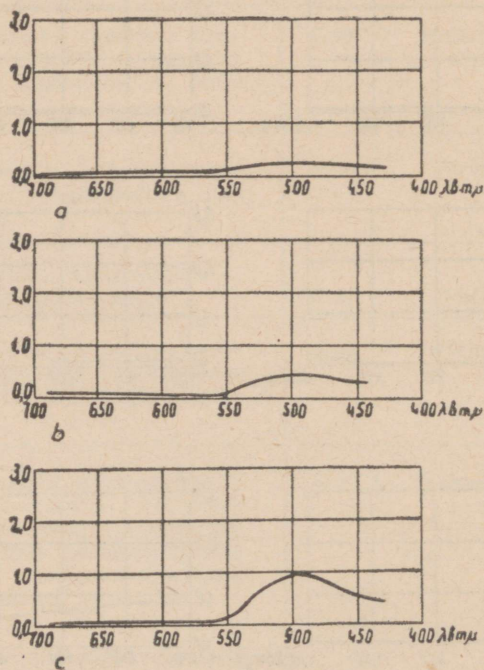
a — valgusefilter K-19; b — valgusefilter K-28; d — valgusefilter K-29-S; e — valgusefilter K-31; g — valgusefilter K-32; h — valgusefilter K-33-A; i — valgusefilter K-34; j — valgusefilter K-69.

Valgusefilter nr. 2 on keskmise tihedusega; selle säritustegur on 1,5. See filter on määratud päikesepaistelise ilmaga varjus asuvate esemete pildistamiseks; pildistamiseks osaliselt hallide pilvedega kaetud lahtise taeva all, samuti siseruumis päevavalgusel, sel juhul kui objektidel on domineerivaiks soojad toonid.

Valgusefilter nr. 3 on kõige tihedam ja neelab kõige rohkem sini-seid kiiri; selle säritustegur on 2. Seda valgusefiltrit kasutatakse neil-samadel juhtudel kui filtrit nr. 2, kuid keskpäevatingimustest suure kõrvalekaldumise puhul, eriti — selliste objektide pildistamisel, millel domineerivad valged, hallid või külmad (sinised) toonid.

Tuleb võtta arvesse, et igasugune pildistamisel kasutatav valgusefilter kõrvaldab ainult ligikaudselt valgusallika kiirguse spektraalse jaotuse iseloomu erinevuse. Tunduvalt paremaid tagajärgi saadakse töötades ilma valgusefiltrita ja kasutades neid valgusallikaid ja valgustustingimusi, millede jaoks antud filmitüüp on arvestatud ja tasakaalustatud.

Objekti valik värviliseks pildistamiseks ja selle hinnang. Nagu eespool öeldud, on hajutatud valgus värvilisel fotografeerimisel eriti kahjulik, sest see on rikas sinistest kiirtest ja kahjustab päikesepaistelisel päeval varjus pildistamisel värvuseülekannet, andes pildile üldise sinaka tooni. Selleks, et saada õiget kujutlust valmis värvilisest fotost, tuleb valida ja hinnata mitte ainult pildistamise tingimusi, vaid ka pildistatavat värvilist objekti, kuna selle iseloom on värvilise foto kvaliteedi suhtes suure tähtsusega.



Joon. 42. Komplekti kollaste valgusefiltrite spektraalse neeldumise kõverad (valgusefiltrid on kolmekihilistele filmidele ümberpööramisega).

a — valgusefilter nr. 1; b — valgusefilter nr. 2; c — valgusefilter nr. 3.

Värvilise foto kompositsiooni kunstilisest vaatekohast ei tohi pildistatav objekt olla paljuvärviline, liig ere ega kirju. Parimaks loetakse paar-kolm põhilist värvilist elementi ühes teiste akromaatiliste või kahvatute värvitoonidega.

Üksikute värviliste elementide heleduste erinevus ei tohi olla suur, vastasel korral võivad ühtede värvide õige ülekande juures teised värvid näida (alla- või ülevalgustuse tõttu) väga puudulikud.

Värviliste objektide hindamisel tuleb tingimata peale valgustuse üldise iseloomu arvesse võtta ka värvilistelt esemetelt peegelduvat hajutatud valgust; see annab end kõige enam tunda objekti valgetel, hallidel ja heledavärvilistel elementidel. Eriti hoolikalt tuleb jälgida värvilistelt esemetelt (roheline lehestik, ere rõivas, üksikud eredavärvilised esemed) peegeldunud valguse mõjul naha naturaalvärvuse muutusi (näol, kätel). Samuti on vaja pöörata tähelepanu värvilistele varjundeile (värvilistele varjudele), mis tekivad heledavärvilistel esemel pildistamisel nii looduses (taeva sinine värvus, roheline lehestik, ehitised jne.), kui ka siseruumis (peegeldused seintest, tapeedist jne.).

Ülesvõtte mingi üldise soovimatu, värvuseülekannet kahjustava varjundi tekkimise põhjuseks võib olla ka filmi enda kvaliteet, mingi kõrvalekaldumise tõttu selle valmistamisel, eriti emulsiooni fotokeemiliste omaduste ja üksikute kihtide paksuse suhtes. Nimelt seetõttu leidub erinevais partiides filme, mis annavad kujutise kas soojemates (kollakates-roosakates) või külmemates (sinakates-rohekates) toonides; seda asjaolu tuleb arvestada filmipartii valikul tegelikult tarvitamiseks.

§ 15. Kolmekihiliste überpööramisfilmide töötlemine.

Töötlemisprotsess on täielikult ühesugune iga liiki päevavalguse- ja kunstvalgusefilmi jaoks ja koosneb tabelis 2 loetletud reast üksteisele järgnevaist operatsioonidest.

Lahuste temperatuur töötlemise ajal ja üksikute operatsioonide kestus on kolmekihiliste überpööramisfilmide fotograafiliste omadustega rangelt kooskõlas (loorikindluse küsimused, vastupidavus teatud kestusega töötamiseks jne.). Seepärast iga kõrvalekaldumine tabelis 2 antud tingimustest põhjustab fotol ebaõige värvuseülekande või muid ebaõnnestumisi (mullide tekkimine, kihtide nihkumine, võrkkihhi tekkimine jne.).

Tabel 2.

Kolmekihiliste überpööramisfilmide töötlemise järjekord ja režiimid.

Operatsioonide järjekord	Operatsiooni nimetus	Operatsiooni kestus (minutites)	Vajalik lahuse temperatuur
1	Negatiivne ilmutamine	35	18° ± 1°
2	Pesemine	30	15° ± 2°
3	Valgustamine	5	—
4	Värviline ilmutamine	11	18° ± 1°
5	Pesemine	30	15° ± 2°
6	Pleegitamine	5	18° ± 2°
7	Pesemine	5	15° ± 2°
8	Kinnistamine	5	18° ± 2°
9	Pesemine	20	15° ± 2°

Tabelis 2 toodud filmi töötlemisrežiimide järjekord käib laboratoorsete tingimuste kohta, kus filmi töödeldakse väikestes kogustes korrektsintide või spiraalketaste abil. Massilisel töötlemisel suurtes paakides pleegitamise- ja kinnistamisoperatsioonid ühes vahepealse pesemisega toimuvad pleegitamise- ja kinnistilahuse ökonoomsema ära kasutamise otstarbel kaks korda.

Nii on kolmekihiliste überpööramisfilmide töötlemiseks vaja neli lahust; nende retseptid toome allpool.

I. Negatiivse (amidool-) ilmuti retsept.

Etüleendiamiintetraädikhapu naatrium	1 g
Naatriumsulfit, veevaba	50 g
Amidool	5 g
Kaaliumbromiid	1 g
Vesi	kuni 1000 ml

Etüleendiamiintetraädikhapu naatriumi asemel võib lahuses kasutada kahekordset kogust naatriumheksametafosfaati. Lahuse valmistamisel destilleeritud veega need ained võivad ära jääda.

II. Värviliseks ilmutamiseks kasutatava ilmuti retsept (ilmuti koostatakse kahes lahuses — A ja B).

Lahus A

Etüleendiamiintetraädikhapu naatrium	1 g
Hüdroksüülamiinhüdrokloriid	1,2 g
Dietüülparafenüleendiamiinsulfaat	2,75 g
Vesi	500 ml

Lahus B

Etüleendiamiintetraädikhapu naatrium	1 g
Potas	75 g
Naatriumsulfit, veevaba	2 g
Kaaliumbromiid	2,5 g
Vesi	500 ml

Töölahuse koostamiseks segatakse lahused A ja B võrdsetes kogustes. Etüleendiamiintetraädikhapu naatriumi võib asendada kahekordse naatriumheksametafosfaadi kogusega. Ilmuti lahuse võib koostada ka ilma nende aineteta, kuid seejuures ilmuti säilivus halveneb tunduvalt. Soovitav on kasutada destilleeritud vett.

IIIa. Pleegitamislahuse retsept.

Kaaliumdihüdrofosfaat	5,8 g
Dinaatriumhüdrofosfaat	4,3 g
Punane veresool	100 g
Vesi	1000 ml

Selle retsepti võib asendada koostiselt kättesaadavama retseptiga IIIb.

IIIb. Pleegitamislahuse retsept.

Punane veresool	50 g
Naatriumkloriid	50 g
Vesi	1000 ml

IVa. Kinnistilahuse retsept.

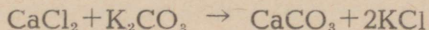
Naatriumhüposulfit	120 g
Ammooniumkloriid	80 g
Vesi	1000 ml

Kiirkinnisti kasutamine ei ole tingimata vajalik; selle võib asendada hariliku kinnistiga IVb.

IVb. Kinnistilahuse retsept.

Naatriumhüposulfit	200 g
Vesi	1000 ml

Naatriumheksametafosfaat või etüleendiamiintetraäädikhapu naatrium, mida lisatakse negatiiv- ja värviilmuti-lahustele, pehmendavad vett, s. t. takistavad vees leiduvate kaltsiumsoolade arvel moodustuva „lubjalooristuse“ või „kaltsiumivõrgu“ tekkimist järgmise reaktsiooni teel:



Eraldub kaltsiumkarbonaat moodustab kihis võrgu ja rikub kujutise. Veepehmendajad moodustavad kaltsiumi sooladega lahustuvaid kompleks-soolasid, mis ei lagune karbonaatides.

Värviilmuti-retseptis, milles ilmutusaineks on dietüülparafenüleendiamiinsulfaat, on näidatud väike sulfitisisaldus, sest et selle suur kogus pidurdab värvilise ilmutamise protsessis värvainete moodustumist.

Et kindlustada värviilmuti säilivust, on sellele lisatud konserveeriva ainena hüdroksüülamiinhüdrokloriid, mille konserveeriv toime ilmneb muide ainult naatriumsulfiti juuresolekul; see asjaolu teebki vajalikuks ilmutiretseptis antud minimaalse sulfitihulga.

Tuleb meeles pidada, et kujutise õige värvusebilansi ja töötuse hea kvaliteedi saamiseks on vajalik eespool toodud retseptuurist täpselt kinni pidada ja lahuste koostamiseks kasutada ainult kemikaale, mis on valmistatud spetsiaalselt kolmekihiliste filmide töötlemiseks või mis on proovitud praktiliste võrdluskatsetega.

Töölahuste säilivus on erinev. Pleegitamis- ja kinnistilahused on küllalt püsivad ja need võib valmistada mitu päeva enne kasutamist.

Värviilmuti tuleb koostada enne töötuspäeva, nii et see saaks seista vähemalt 24 tundi.

Tarvitamata lahus on küllalt püsiv ja säilib mitu päeva. Kasutatud lahus ei säili ja tuleb ära valada.

Amidoolilmuti hapendub säilitamisel (eriti väikestes kogustes) nii kiiresti, et tegelikult on võimatu seda säilitada; seepärast on kõige parem koostada see vahetult enne tarvitamist.

Et saada püsivalt kõrgekvaliteedilisi tulemusi, selleks on soovitav kasutada ainult värskeid lahuseid.

Esimese 35-mm filmi töötlemiseks valatakse paakidesse igast lahusest 300 ml. Järgmise filmi töötlemiseks valatakse pool lahustest ära ja lisatakse juurde 150 ml värsket lahust. Pärast teise filmi töötlemist valatakse kõik lahused paakidest ära. Sellist kasutamiskiisi rakendatakse mõlemate ilmutilahuste ja pleegitamislahuse suhtes.

Kinnistilahuse kulu võib veidi vähendada: 300 ml kinnistilahuses töödeldakse järjest kaks filmi ilma värsket lahust lisamata, pärast seda valatakse kinnisti välja.

Värvilise ilmutamise aineid sisaldavate lahustega töötades on vajalik eriline ettevaatus, võttes arvesse, et ilmutilahus võib sattudes näo- või kätenahale põhjustada ekseemi. Seepärast on soovitav töötada kummikinnastes. Lahuse kätele või näole sattumisel tuleb see otsekohe ära pesta nõrga (5%) äädikhappelahusega ja siis vee ning seebiga.

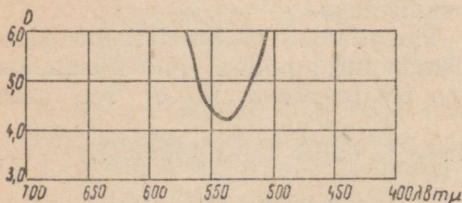
Töötlemise tehnika. Kolmekihiliste värviliste ümberpööramisfilmide töötlemine ei erine märgatavalt must-valgete ümberpööramisfilmide töötlemisest. 35-mm filmi või rullfilmi võib hea eduga ilmutada harilikus spiraalkettaga ilmutuspaagis või korreks-lindi abil. Kassettide laadimine ja tühjendamine, filmi asetamine paaki, samuti negatiivne ilmutamine ja esimene pesemine peab toimuma täielikus pimeduses või spetsiaalse rohelise kaitsefiltriga laboratooriumi-laterna valgusel, mille neeldumiskõver on antud joonisel 43.

Ruumi üldvalgustuseks võib laternasse panna 50 watilise lambi, töökoha valgustamiseks — mitte rohkem kui 25 watilise.

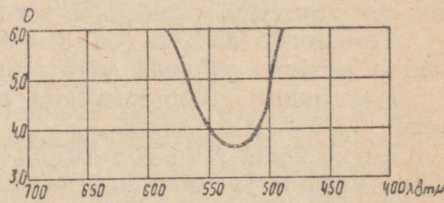
Harilikud rohelised valgusefiltrid, mida kasutatakse pankromaatiliste materjalide töötlemisel (sellise valgusefiltri neeldumiskõver on toodud joonisel 44), on kolmekihiliste ümberpööramisfilmide töötlemiseks täiesti kõlbmatud, sest need valgustavad keskmist emulsioonikihti, mis on tundlik spektri kollakas-rohelisele osale ja põhjustavad loori.

Pärast filmi paaki asetamist valatakse sellesse ilmutilahuks temperatuuriga 18° , ja viiakse läbi esimene ilmutamine. Protsessi täieliku ühtluse kindlustamiseks on vaja kogu ilmutamise kestel lahust segada spiraali pööramisega. Negatiivse ilmutamise lõpul valatakse ilmutilahuks välja ja pestakse filmi jooksvas vees, kogu aeg spiraali filmiga pöörates, vastasel korral ilmutilahuse väljapesemine ei ole kindlustatud ja võivad tekkida plekid või triibud.

Pesemisvee temperatuur tuleb hoida täpselt $15^{\circ} \pm 2^{\circ}$ piires. Liiga kõrge temperatuuri korral tekivad filmil kergesti mullid või emulsiooni-kihid lähevad lahti, sest erinevalt harilikest filmisortidest kolmekihilisi filme nende valmistamisprotsessis ei pargita. Liiga madal pesemisvee temperatuur on samuti kahjulik: ilmutuslahus pestakse halvasti välja ning võib tekkida värviline loor või soovimatu tasakaalu muutus ja värvuseülekanne.



Joon. 43. Kolmekihiliste negatiivfilmide ja ümberpööramisfilmide töötlemiseks määratud rohelise kaitsevalgusefiltri spektraalse neeldumise kõver.



Joon. 44. Must-valgete pankromaatiliste materjalide töötlemiseks määratud rohelise kaitsevalgusefiltri spektraalse neeldumise kõver.

Pesemise lõpul võib paagi kaane eemaldada ja kõik edasised operatsioonid viiakse läbi hariliku kunstvalguse või nõrga hajutatud päevavalguse juures küllaldaselt kaugusel akendest.

Pärast esimest pesemist (kinnistamata!) toimub filmi valgustamine. 500-watilise lambiga valgustamine kestab 5 min. kui lambi kaugus filmist on 50 cm, kusjuures film pööratakse emulsiooniküljega lambi poole. Pärast valgustamist keritakse film ettevaatlikult spiraalile ja pannakse lühikeseks ajaks veega täidetud paaki, et valgustamisel kuivanud kohad ühtlaselt niiskuksid. Siis asetatakse film värviilmutisse. Edasiselt viiakse järjekorras läbi kõik ülejäänud töötlusprotsessi operatsioonid, kusjuures kõikide operatsioonide juures tuleb spiraali pöö-

rata, et ei tekiks ebahütlasest töötlemisest plekke. Temperatuuri- ja kestuserežiimist tuleb igas töötamise staadiumis rangelt kinni pidada.

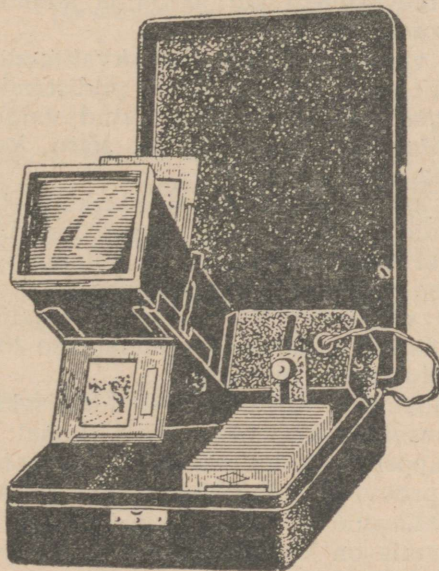
Töötlemise lõpul keritakse film lahti ja pühitakse selle mõlemad küljed pehme niiske käsna või vees niisutatud ja väljaväänatud seemisnahaga üle. Enne seda on kohane filmi pesta mõni minut destilleeritud vees. Kuivamiseks riputatakse film näpitsate abil kuivatuskappi (temperatuur mitte üle 35°!) või puhtasse, tolmuvabasse, hästiventileeritud ruumi. Film peab olema kuiv 40—60 min. jooksul; pikk kuivamisaja mõjub värvilisele kujutisele kahjustavalt. Kogu töötusprotsessi jooksul, kaasa arvatud kuivamine tuleb pidada absoluutset puhtust.

Värviliste filmide pind on igasuguste mehaaniliste vigastuste, kriimustuste jne. vastu eriti õrn. Valmis värviliste kujutiste säilitamiseks tuleb filmi emulsioonikülg katta mingi fotograafias kasutatava läbiipaistva lakiga, näiteks nitrolakiga. Peale selle pleekuvad kolmekihilistes filmides moodustuvad värvained kergesti otsese päikesevalguse toimel. Valmis värvilisi kujutisi tuleb säilitada kuivas ruumis, kaitsult valguse, tolmu ja määrdumise eest.

§ 16. Värviliste diapositiivide projekteerimine.

Kolmekihilistel ümberpööramisfilmidel saadud värvilised kujutised on unikaalsed ja need on määratud peamiselt ekraanile projekteeritult vaatlemiseks. 35-mm filmil valmistatud ülesvõtted lõigatakse harilikult üksikuteks kaadriteks ja kantakse klaaside vahel diapositiivideks mõõdetega 5×5 cm. Selliseid diapositiive võib vaadelda läbivas valguses valge paberi foonil, kuid ülesvõtte väikese formaadi tõttu on selline viis vähese kunstilise mõjuga.

Värvilisi diapositiive võib individuaalselt vaadelda ka spetsiaalse seadme — filmskoobi abil (joon. 45).



Joon. 45. Filmskoop.

Filmoskoop on ruudukujuline lääts-luup, mida valgustatakse mattklaasi taga asuva valgusallika poolt (ühtlasema valgustuse saamiseks). Kanditud diapositiiv raamis või film katkestamatu lindi kujul asub valgusallika ja luubi vahel. Filmoskoop võimaldab ülesvõtet vaadelda läbivalguses väikeses (4—5-kordses) suurenduses, annab märgatava efekti ja lubab värvilise ülesvõtte kvaliteeti öieti hinnata. Selle seadmega töötamiseks ei ole vaja ruumi pimendada.

Suurim kunstiline efekt saavutatakse värvilistest võtetest siiski ainult ekraanile projekteerimisel.

Värviliste diapositiivide projekteerimiseks võib põhimõtteliselt kasutada igat vastavas formaadis diaprotektorit või epidiaskoopi.

Põhiliseks nõudeks projektorile on — kindlustada kujutisele ekraanil küllaldane heledus. Nagu teada, oleneb kujutise heledus ekraanil projektsioonlambi võimsusest, kaugusest ekraanini ja objektiivi valgusjõust. Selleks et saavutada värvilise kujutise optimaalset heledust, on vajalik (teiste võrdsete tingimuste juures) objektiivi suuremat valgusjõudu kui must-valgete kujutiste jaoks. Ekraani normaalsuuruseks on tubaseks projektsiooniks 100×100 cm. Projektori objektiivi põletiskaugus on 5—15 cm piirides, olenevalt ruumi suurusest. Projektsiooni kvaliteet sõltub ka ekraani kvaliteedist; ekraani suhtes on põhiliseks nõudeks — väike valgusekadu, küllaldaselt valge värvus ja pinna siledus.

Ekraanile projekteeritud kujutise kvaliteeti mõjutab ka kasutatud valgusallika liik ja optiline süsteem. Nagu teada, olenevad objekti värvused suuresti valgustuse iseloomust, mille juures me värvilist objekti vaatleme ja see maksab eriti ekraanile projekteeritud kujutise kohta. Päevavalgusel ja kunstvalgusel vaadeldava diapositiivi värvused erinevad tunduvalt. Kunstvalguseallikate (hõõglampide) kiirgus sisaldab suhteliselt palju spektri punase osa kiiri ja väga vähe spektri sinise osa kiiri; seetõttu näivad punased ja rohelised värvused ülesvõttel eriti eredad, sinised toonid aga saadakse tumedad ja määrdunud. Klaasist soojuskaitse-filter, mis on olemas mõnedes projektsioonaparatuurides, on harilikult taevasinaka värvusega ja lähendab valgustuse iseloomu ekraanil päevavalgusele.

Projekteeritava värvilise diapositiivi kvaliteedi hindamisel võib avastada, et olenevalt mitte küllalt täpselt pildistamistingimustest kinnipidamise tõttu (valgustuse iseloom, kasutatud valgusefiltrid jne.) või filmi värvusetasakaalu kõrvalekaldumiste tõttu kujutisel on mingi üldine soovimatu domineeriv varjund.

Sellist varjundit on võimalik kõrvaldada kahel teel: 1) projekteerimisel kompenseerivaid valgusefiltreid kasutades või värviliste ülesvõtete värvimise teel värvainelahuses; 2) kolmekihilise filmi vastavas kihis asuva värvilise kujutise nõrgendamise. Esimesel juhul lisatakse domineerivale varjundile värv, mis on vajalik värvusepuuduste tasakaalustamiseks, teisel juhul — nõrgendatakse töötlemisel domineerivat varjundit moodustavad värvused.

Soovimatu domineeriva varjundi kõrvaldamiseks võib kompenseerivad valgusefiltrid asetada ükskõik millisel kohal projektori valgusvihu teele. Fotodiapositiivide puhul on kõige kohasem valida sobiv valgusefilter-foolio proovi-projekteerimise teel ja siis kantida foolio koos filmikaadriga klaaside vahele. Kompenseeriv valgusefilter peab olema selles toonis, mis on kõrvaldatava domineeriva varjundi täiendvärvuseks; vastavaid fooliosid on lihtne valmistada vannitades puhast kinnistatud filmi hüdrotüüpia- või aniliinvärvide lahuses. Sama efekti

võib katsuda saavutada ülesvõtet ennast vastava värvaine lahuses värvides või selle domineerivale varjundile täiendvärvuses lakiga kat-
tes. Nii valgusefiltrite kasutamise meetodil kui ka värvimismeetodil
on tunduvalt puudusi: kompenseeriv värvus lisatakse kogu kujutisele
ühtlaselt ja seepärast toimub värvuseülekanne „parandamine“ mitte
ainult neis kohtades, kus see on vajalik, vaid ka neis foto osades, kus
seda pole tarvis.

Kõige tihedamini tekkiv taevasinakas domineeriv varjund (pildista-
misel siseruumis jne.) on projekteerimisel hästi korrigeeritav, sest
elektrivalgus ise on teatud viisil kompenseerivaks valgusefiltriks.
Teoreetiliselt on võimalik sinaka domineeriva varjundi tasakaalusta-
mine projektori-lambi hõõgniidi temperatuuri alandamisega reostaadi
abil, kuid see on seotud suure heledusekaotusega ekraanil.

Teine domineeriva varjundi kõrvaldamise viis — domineerivat
värvust moodustavates kihtides komponentkujutise nõrgendamise
kaudu — ei oma esimese viisi eelpoolkirjeldatud puudust, kuid sellel
on oma negatiivsed küljed. Nii väheneb nõrgendamise tagajärjel vär-
vilise kujutise üldine tihedus, sellega ühtlasi varjude tihedus, mis selle
tõttu võivad ise muutuda värvilisteks. Peale selle nõuab kolmekihilis-
tel überpööramisfilmidel värviliste kujutiste nõrgendamine hoolikat
ja ettevaatlikku tööd ning see võib anda tagajärgi ainult vilunud ja
osavais kätes.

Kollast domineerivat varjundit (kollast komponentkujutist) nõr-
gendatakse järgmise lahusega:

Kollase kihi nõrgenduslahus:

Choolhapu naatrium	50 g
Vesi	kuni 1000 ml

Töötluse kestus 2—5 min., olenevalt domineeriva kollase varjundi
tugevusest. Peale nõrgendamist tuleb 20 min. jooksul intensiivselt
pesta.

Taevasinise kihi nõrgenduslahus:

Naatriumkarbonaat, veevaba	2 g
Atsetaniliid	4 g
Vesi (kuum)	1000 ml

Lahust kasutatakse pärast seda kui see on jahtunud toatempera-
tuurini. Töötluse kestus 1—4 min. järgneva 20-minutilise pesemisega.

Purpurset domineerivat varjundit (purpurset komponentkujutist)
nõrgendatakse järgnevas lahuses:

Purpurse kihi nõrgenduslahus:

L a h u s A

Metaminobensoehappe kloorhüdraat	10 g
Vesi	1000 ml

L a h u s B

Booraks	30 g
Vesi	1000 ml

Nõrgendatavat filmi töödeldakse 2 kuni 5 min. lahuses A ja peale
loputamist 6 min. lahuses B, mille järel pestakse intensiivselt 20 minutit.

Kollast ja taevasinist kujutist nõrgendavate lahuste mõju on küllalt selektiivselt juhitud vastavatele kihtidele. Purpurse kihi nõrgenduslahu aga, mille hävitav tegevus mõjub peamiselt purpursele värvainele, nõrgendab ka mõlemat ülejäänud kujutist.

Domineerivate varjundite puhul, mida tekitab värvaine ülekaal kahes kihis (näiteks punane, sinine ja roheline varjund), töödeldakse filmi järkjärgult vastavates lahustes. Nii nõrgendatakse punase varjundi kõrvaldamiseks järkjärgult kollast ja purpurset kihti, sinise varjundi kõrvaldamiseks — purpurset ja taevasinist kihti ning rohelise varjundi kõrvaldamiseks — kollast ja taevasinist kihti. Säärane keerukas keemiline töötlemine nõuab heade tulemuste saavutamiseks erilist hoolikust ja puhtust töö igas staadiumis.

§ 17. Kolmekihilisel überpööramisfilmil saadud värviliste ülesvõtete paljundamine.

Überpööramisfilmil saadud värvilised kujutised on unikaalsed ja ei suuda rahuldada fotohuviliste nõudeid ning seepärast tekib värviliste diapositiivide paljundamise küsimus.

Värviliste kujutiste paljundamiseks on olemas kaks viisi.

Esimesel meetodil saadakse originaali värviline duplikaat originaali otsesel kopeerimisel erilisele kolmekihilisele kopeerimisfilmile überpööramisega. Oma ehituselt ja töötlemisviisilt on see film analoogiline hariliku kolmekihilise überpööramisfilmiga, erinedes ainult veidi fotograafiliste karakteristikate poolest. See viis võimaldab valmistada suhteliselt kiiresti ükskõik millise arvu värvilise kujutise duplikaate, kuid säärase värviliste topletpositiivide kvaliteet on värvuseülekanne suhtes lähteoriginaalist halvem.

Alates värviliste ülesvõtete negatiiv-positiivprotsessi väljatöötamisest sai võimalikuks teine viis, mis seisneb selles, et värviline diapositiiv-originaal kopeeritakse kolmekihilisele negatiivfilmile ja nii saadakse värviline negatiiv, mis omakorda kopeeritakse soovitud arv kordi kolmekihilisele positiivfilmile. Kuid seegi meetod ei anna eelmisega võrreldes paremat tulemust.

Värvuseülekanne suhtes tunduvalt paremaid tagajärgi annab viimase viisi teine variant, nimelt paljundamine läbi värvilise negatiivi maskiga.

Maskiks nimetatakse positiivset kujutist, mis on saadud negatiivist kopeerimisel; sellel on väikene tihedus ja madal kontrastsuseaste. Kolmekihilistel überpööramisfilmidel saadud värviliste kujutiste paljundamise praktikas kasutatakse värvilisest negatiivist must-valgele filmile kopeeritud must-valget hõbe-maski.

Värviliste duplikaatide valmistamise protsess koosneb kolmest üksteisele järgnevast operatsioonist: a) maski valmistamine; b) värvilise negatiivi valmistamine; d) värviliste duplikaatide kopeerimine.

Esimese operatsiooni teostamiseks kleebitakse värviline kaader matile tselluloidlehele suurusega 9×12 cm, mille keskel on kaadri suurusele vastav ava, nii et värviline originaal asuks selle ava kohal. Nüüd lüüakse tselluloidlehte, millele on kleebitud värviline kaader, auurauuga kaks auku, mis edaspidi võimaldavad kujutisi ühte sobitada.

Mask valmistatakse pankromaatilises peeneteralisest filmist; leht seda filmi auurustatakse pimedas sama auurauuga ja asetatakse ühes originaalse värvilise diapositiiviga vastavasse kopeerimisseadmesse;

seadmel on eriline raam tihvtidega, mis augulööjaga filmisse tehtud aukudesse asetudes, kindlustavad kopeerimisel filmide kohakuti asetsemise. Mõlemad filmid (külgekleebitud värvilise originaaliga ja pankromaatiline) pannakse raami tihvtidele ja surutakse pealt klaasiga ligi. Siin toimub valgustamine. Valgustusaeg oleneb valgustusaliika võimsusest ja määratakse katseliselt.

Valgustatud pankromaatiline film ilmutatakse aeglaselttöötavas ilmutilahuses.

Ilmutilahuse retsept maski jaoks.

Metool	4 g
Naatriumsulfit	125 g
Naatriumkarbonaat	3 g
Kaaliumbromiid	2,5 g
Vesi	kuni 1000 ml

Ilmutamise kestus peab olema selline, et saada kontrastsuseastme — $\gamma = 0,25-0,35$, s. t. umbes 3 min. Pärast ilmutamist film pestakse ja kinnistatakse harilikul viisil. Saadud positiivkoopiat nimetataksegi maskiks.

Värvilise negatiivi valmistamine toimub samal kopeerimisseadmel, millel valmistati mask. Negatiivi kopeerimiseks lüüakse augurauaga kolmekihilise kunstvalguse negatiivfilmi-tüki sisse kaks auku. Siis asetatakse film kopeerimisraami kokkusobitamistihvtidele, pannakse selle peale mask ja lõpuks — originaal-diapositiiv. Kõik kolm filmi, mis püsivad aukude ja tihvtide tõttu paigal, surutakse klaasiga üksteise vastu ja kopeeritakse.

Kopeerimisseadmes harilikku hõõglampi kasutades toimub kopeerimine läbi kahe korrigeeriva valgusefiltri — purpurse ja taevasinise: 00 99 90 (vt. VI ptk.).

Värvilise negatiivi töötlemine on harilik, nagu formaatsel kolmekihilisel negatiivfilmil (vt. V ptk.).

Saadud värviline negatiiv kopeeritakse kolmekihilisele positiivfilmile, nagu harilik värviline negatiivgi. Sellisel viisil saadud värviliste duplikaatide kvaliteet on täiesti rahuldav, kuid värviülekanne suhtes jääb siiski värvilisest originaalist maha.

V peatükk.

KOLMEKIHILISTEL FILMIDEL VÄRVILISTE NEGATIIVIDE VALMISTAMINE.

§ 18. Kolmekihilisele negatiivfilmile pildistamine.

Värvilise fotograafia kolmekihilist negatiivfilmi, nagu kolmekihilist überpööramisfilmigi, on kaks tüüpi: pildistamiseks päevavalguses või kaarlampidega ja kunstvalgusefilm. Mõlemat liiki filmi kasutatakse mitmes suuruses tasafilmina 9×12 kuni 18×24 cm, rullfilmina kaamerate jaoks võtteformaadiga $4,5 \times 6$ kuni 9×12 cm ja 35-mm perforeeritud filmina padrunites väikeseformaadiliste kaamerate „Fed“, „Sport“, „Kiiev“ jt. jaoks.

Värvilise pildistamise üldised põhimõtted on negatiivfilmi juures analoogilised kolmekihiliste überpööramisfilmide omadega ja on lähemalt kirjeldatud IV peatükis. Kasutatavale valgusallikale vastava filmi tüübi valik (päevavalguse- või kunstvalgusefilm), objekti hea ja ühtlane valgustus ning valgustusaja täpne määramine jäävad ka antud juhul põhilisteks nõueteks, mis kindlustavad ülesvõtte hea tulemuse.

Kolmekihiliste negatiivfilmide valgustundlikkuse nominaalväärtuseks on 400° — 500° H & D₁₀, tegelikult võib aga osutada veidi väiksemaks (vt. IV ptk.), eriti tasafilmi juures.

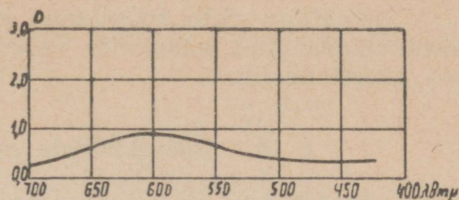
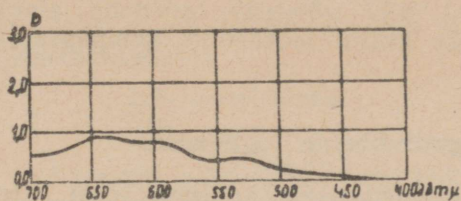
Praktilisteks lähteandmeteks on keskmistel laiuskraadidel pildistamisel (Moskva), suvel, keskpäeval, katmatu päikesega:

35-mm filmile (väikeformaadilised kaamerad) — $1/50$ — $1/100$ sek.
ava 1 : 6,3 juures;

tasafilmi ja rullfilmile — $1/25$ sek. ava 1 : 6,3 juures.

Tuleb rõhutada, et kolmekihilistele negatiivfilmidele on soovitatav pildistada ilma valgusefiltriteta. Negatiivi värvusetasakaalu väikesed vead, mis tekivad standardsetest pildistamistingimustest kõrvalekaldumise tõttu, korrigeeritakse järgnevas positiivprotsessis. Mõnedel juhtudel aga õigustab ennast kompenseerivate valgusefiltrite kasutamine ka kolmekihilisele negatiivfilmile pildistamisel, kergendades tunduvalt järgnevat korrigeerimist positiivprotsessis.

Kolmekihiline päevavalguse-negatiivfilm on määratud pildistamiseks väljas, samades tingimustes kui kolmekihiline päevavalguse überpööramisfilm. Kõrvalekaldumine pildistamise optimaalseist tingimustest, millele film on arvestatud (otsene päikesevalgus keskpäevatundidel): pildistamine hommiku- ja õhtutundidel, varjus jne., s. t. teistsuguse värvusetemperatuuriga valgustuses pildistamine kui see, millele päevavalgusefilm on arvestatud, on muidugi soovimatu, sest see rikub kihtide tasakaalu, mis alati ei ole parandatav järgnevas kopeerimisprotsessis.



Joon. 46. Kolmekihilise päevavalguse-negatiivfilmi jaoks määratud taevasiniste kompenseerivate pildistamise valgusefiltrite spektraalse neeldumise kõverad:

a — valgusefilter SS-1; b — „Mosfilmi“ valgusefilter.

Päevavalguse-negatiivfilmi võib küllalt heade tagajärgedega kasutada siseruumide pildistamiseks (portree, interjäär), kasutades loomulikku päevavalgust. Häid tagajärgi saavutatakse aga ainult valguse ülikülluse puhul, sest interjööri halvasti valgustatud kohtades tekib hästi valgustatutega võrreldes teravalt erinev värvuseülekanne, sest esimestes on valdavaks hajutatud valgus. Mis puutub mitut liiki lisavalgustuse kasutamisse, siis see ei paranda tagajärgi, vaid tekitab objekti üksikute kohtade värvuseülekanandes veel suuremaid erinevusi; selline nähtus ilmneb alati mitmesuguse värvusetemperatuuriga valgusallikate üheaegsel kasutamisel. Nõnda ei tohi värvilisteks võteteks mingil juhul kasutada segatud valgust.

Hajutatud valguse ülekaal looduses varjus pildistamisel tekitab samuti värvuseülekanandes moonutusi, mida ei ole alati võimalik positiivprotsessis kõrvaldada. Samasuguse tulemuse annab pildistamine päevavalgusefilmiga pilvise, sompus ja vihmase ilmaga. Kuigi päevavalguse-negatiivfilm on arvestatud nende valgusallikatega pildistamiseks, millede värvusetemperatuur on lähedane keskpäevavalguse värvusetemperatuurile, võib seda edukalt kasutada ateljees hõõglampide valgusel pildistamiseks. Professionaalses fotoateljees võidakse kasutada lampe võimsusega 500—1000 vatti ja enam, amatöörvõteteks lampe 500—300 ja isegi 200—100 vatti.

Päevavalgusefilmiga võimaldub hõõglampide valgusel saada rahuldavaid tagajärgi isegi ilma igasuguseid kompensatsioonifiltreid kasutamata; parimaid tagajärgi ja kopeerimisel kõige lihtsam korrigeerimine saadakse taevasinist korrigeerivat valgusefiltrit kasutades. Selleks on kõige kohasemad: Izjumi vabriku värvitud klaasmassist taevasinine valgusefilter „SS-1“ ja „Mosfilmi“ taevasinine valgusefilter. Joonisel 46 on antud nende mõlemate valgusefiltrite neeldumiskõverad.

Praktilised lähteandmed hõõglampide valgusel päevavalgusefilmile pildistamiseks, taevasinist kompensatsioonifiltrit kasutades on järgmised: a) kahe 100-watise lambiga, mis asuvad kumbki objektist ühe meetri kaugusel, on optimaalne valgustusaeg valgusefiltriga „SS-1“ 10 sek. ava F : 3,5, b) kahe 500-watise lambiga, mis asuvad: üks 2 m kaugusel, teine 1 m kaugusel objektist, optimaalne valgustusaeg valgusefiltriga „SS-1“ on 2 sek. ava F : 4,5 juures.

Päevavalguse-negatiivfilmi võib kasutada ka teisteks, erilist liiki võteteks: värviliseks fotoreproduksiooniks ja värviliseks mikrofoto graafiaks. Kui neil juhtudel valgusallikana kasutatakse hõõglampe, siis tuleb paremate tagajärgede saamiseks samuti kasutada taevasinist pildistamise valgusefiltrit.

Kolmekihiline kunstvalguse-negatiivfilm on määratud pildistamiseks võimsate hõõglampide valgusel, välisvõteteks on see täiesti kõlbmatu värvuseülekanandes tekkivate suurte moonutuste tõttu.

Ulalmainitu tõttu soovitame igat liiki võteteks tarvitada ainult päevavalgusefilmi, kasutades vajaduse korral taevasinist kompenseerivat pildistamisfiltrit.

§ 19. Kolmekihiliste negatiivfilmide töötlemine.

Kolmekihiliste negatiivfilmide töötlusprotsess koosneb reast lihtsast operatsioonidest, millede järjekord, samuti kestus ja temperatuuri-režiim on antud tabelis 3.

Tabelis 3 toodud temperatuuride ja iga operatsiooni kestuse suhtes jääb maksma kõik IV peatükis selle kohta öeldu.

Tabel 3

Kolmekihiliste negatiivfilmide töötlemise järjekord ja režiimid.

Operatsiooni järjekord	Operatsiooni nimetus	Operatsiooni kestus (minutites)	Vajalik lahuse temperatuur
1	Värviline ilmutamine	6	$18^{\circ} \pm 1^{\circ}$
2	Pesemine	15	$15^{\circ} \pm 2^{\circ}$
3	Pleegitamine	5	$18^{\circ} \pm 2^{\circ}$
4	Pesemine	5	$15^{\circ} \pm 2^{\circ}$
5	Kinnistamine	5	$18^{\circ} \pm 2^{\circ}$
6	Pesemine	20	$15^{\circ} \pm 2^{\circ}$

Kolmekihiliste negatiivfilmide töötlemiseks kasutatakse samu lahuseid: värviilmuti-, pleegitamis- ja kinnistilahus, milliseid kasutatakse kolmekihiliste ümberpööramisfilmide töötlemiseks (vt. § 16). Amidoolilmuti ei ole negatiivfilmide töötlemisel vaja.

Kolmekihiliste negatiivfilmide töötlemise tehnika ei erine milleski kolmekihiliste ümberpööramisfilmide töötlemise tehnikast. 35-mm filmi ja rullfilmi töödeldakse paakides või korrektsiindi abil, tasafilmid — vannides või (massilise töötlemise puhul) vertikaalpaakides, raamidele kinnitatult. Kolmekihiliste negatiivfilmide töötlemisel võib kasutada sama kaitse-valgusefiltrit, kui kolmekihiliste ümberpööramisfilmide juures.

Lahuste tarvitamise kord ja kulunormid 35-mm filmi paakides töötlemisel on samad, mis ümberpööramisfilmi juures. Tasafilme on soovitatav töödelda järgmiselt: esimeseks ilmutamiseks valatakse 18×24 cm vanni 500 ml töölahust; selles lahusekoguses töödeldakse üks negatiiv 18×24 cm, või 2 negatiivi 13×18 cm, või 4 negatiivi 9×12 cm. Järgmise negatiivide-partii töötlemiseks valatakse töölahusest pool ära ja lisatakse vanni 250 ml värsket lahust. Pärast teise partii töötlemist asendatakse kõik lahused värsketega. Kinnistilahusele värsket ei lisata, vaid asendatakse pärast kahekordset tarvitamist värsketega.

Kevadel ja suvel töötades, kui harilikult vesivarustuse vee ja siseruumide temperatuur tõuseb, tuleb kolmekihilisi filme käsitseda eriti hoolikalt, sest sel aastaajal need riknevad eriti sagedasti emulsiooni-kihtide (esmajärjekorras — pealmise kihi) lahtimineku tagajärjel ja muldade tekkimise tõttu. Sellest hoidumiseks on soovitatav suvel kasutada jahutatud vett, jälgides et tugeva segamisega ei põhjustataks kihtide lahtimineku.

Võib aga ka filmi eelnevalt töödelda järgmise koostisega parkivas formaliinilahuses:

40% formaliinilahus	15—25 ml
Vesi	kuni 1000 ml

Kassetist väljavõetud filmi leotatakse algul 3 min. vees, asetatakse siis formaliinivanni ja hoitakse selles 2—3 min., edasiselt pestakse filmi 5 min., mille järel normaalselt töödeldakse. See viis võimaldab täielikult vältida mullide tekkimist ja kihtide lahtiminekut töötlemisel, kuid suurendab negatiivi loori, mis muidugi ei soodusta positiivprotsessi läbi viimist.

Töödeldud negatiivid kuivatatakse samades tingimustes kui ümberpööramisfilmil saadud värvilised kujutised.

Valmis negatiividel on väga õrn pind, seepärast tuleb neid ettevaatlikult ja hoolikalt säilitada. Kõige parem on hoida iga negatiiv läbipaistvast siledast paberist (kalka) valmistatud eriümbrikus.

Lõpuks mõni sõna värviliste negatiivide hindamisest. On tarvis küllalt suurt praktikat, et visuaalselt määrata ülesvõtte valgustusaja õigsust. Normaalselt valgustatud ja töödeldud värviline negatiiv näib veidi vähem tihe ja vähem kontrastne normaalse must-valge negatiiviga võrreldes. Mis puutub värvuse lahutusesse, siis seda visuaalselt hinnata on praktiliselt võimatu. Värvilise negatiivi täieliku hinde võib anda alles pärast värvilise koopia valmistamist, s. t. kopeerimistagajärgede põhjal.

Üheks kõige sagedamini esinevaks negatiivide puuduseks on värvilise loori olemasolu, mis tekib töötlusprotsessis. Uht või teist laadi loori lubatavuse ja selle mõju värvilisele negatiivile ning positiivile võib määrata igal erijuhul ainult umbkaudselt, täielik hinne saadakse ainult proovi-kopeerimise teostamise ja valmis positiivi hindamise tulemusel.

Seepärast tuleb veel kord rõhutada, et kolmekihiliste materjalidega töötamise igas etapis on vajalik eriline hoolikus. See hoiab ära pildistamisel ja töötlemisel vigade tekkimise võimaluse.

VI peatükk.

VÄRVLISTE POSITIIVIDE VALMISTAMINE KOLMEKIHILISEL POSITIIVFILMIL JA KOLMEKIHILISEL FOTOPABERIL.

§ 20. Kopeerimine kolmekihilistele materjalidele.

Nii, nagu must-valge fotograafias, toimub ka kolmekihilise värvilise negatiivi paljundamine kontakt- või projektsioonkopeerimise kaudu kolmekihilisele positiivmaterjalile.

Fotograafilise kopeerimise jaoks on olemas kolme liiki kolmekihilist positiivmaterjali: 1) kolmekihiline positiivfilm läbipaistval alusel — värviliste diapositiivide saamiseks, mida vaadeldakse läbivas valguses või ekraanile projekteeritult; 2) kolmekihiline positiivfilm läbipaistmatul valgeks värvitud alusel; sellel saadud kujutisi vaadeldakse samuti nagu kujutisi paberil; 3) kolmekihiline fotopaber.

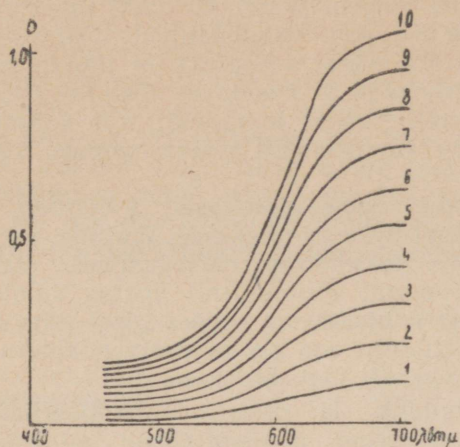
Kolmekihiliste positiivfilmide tundlikkus vastab harilike must-valgete positiivfilmide tundlikkusele. Kolmekihiliste fotopaberite tundlikkus vastab hõbebromiid-suurenduspaberite tundlikkusele. Kolmekihilist fotopaberit valmistatakse senini ainult kartongipaksuses, ühes kontrastsuseastmes ja läikiva pinnaga.

Värvilise negatiivkujutise kolmekihilisele positiivmaterjalile kopeerimise printsiip on läbi arutatud III peatükis. Siinkohal puudutatakse ainult kolmekihilistele valgustundlikele materjalidele kopeerimise tehnika iseärasusi.

Korrigeerivad valgusefiltrid. Nagu juba öeldud, selleks et saada kolmekihilisest värvilisest negatiivist kolmekihilisele positiivmaterjalile kopeerimisel õige värvuseülekandega positiivi, tuleb kasutada korrigeerivaid valgusefiltreid, mida valmistatakse komplektide kujul.

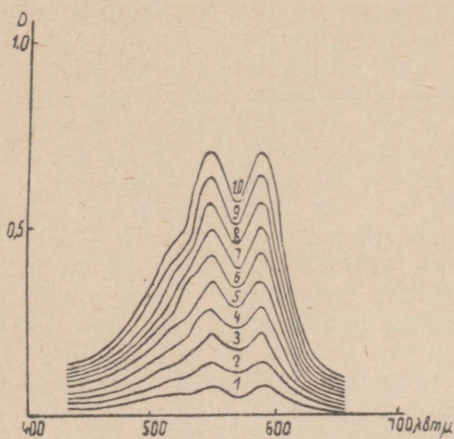
Iga valgusefilter on kindla värvusega ja tihedusega želatiin foolio, mis on kleebitud kahe klaasi vahele. Valgusefiltreid võidakse välja lasta ka kleepimata fooliote kujul, kuid nende iga ei ole pikk, sest need määrduvad kergesti ja neid on ebamugav suurendusaparaadi raami asetada.

On olemas kahesuguseid korrigeerivate valgusefiltrite komplekte — suur ja väike. Väike komplekt koosneb 33 valgusefiltrist, 11 filtrit igast värvusest: kollane, purpurne ja taevasinine, erinedes omavahel tiheduse poolest. Valgusefiltrite tihedus märgitakse protsentides kõige tihedama filtri tiheduse suhtes, milline võetakse 100-protsendiliseks. Selliselt kuuluvad väikesesse komplekti tiheduse suhtes järgmised valgusefiltrid: 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 ja 100% iga eelmainitud värvuse jaoks. Joonisel 40 on antud selliste valgusefiltrite neeldumiskõverad.



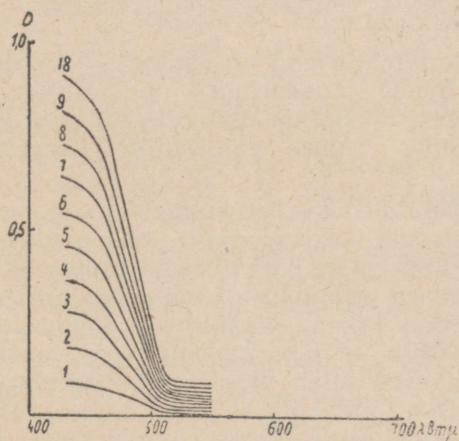
a) Kollased valgusefiltrid

1	—	10%	—	10	00	00
2	—	20%	—	20	00	00
3	—	30%	—	30	00	00
4	—	40%	—	40	00	00
5	—	50%	—	50	00	00
6	—	60%	—	60	00	00
7	—	70%	—	70	00	00
8	—	80%	—	80	00	00
9	—	90%	—	90	00	00
10	—	100%	—	99	00	00



b) Purpursed valgusefiltrid

1	—	10%	—	00	10	00
2	—	20%	—	00	20	00
3	—	30%	—	00	30	00
4	—	40%	—	00	40	00
5	—	50%	—	00	50	00
6	—	60%	—	00	60	00
7	—	70%	—	00	70	00
8	—	80%	—	00	80	00
9	—	90%	—	00	90	00
10	—	100%	—	00	99	00



c) Taevasinised valgusefiltrid

1	—	10%	—	00	00	10
2	—	20%	—	00	00	20
3	—	30%	—	00	00	30
4	—	40%	—	00	00	40
5	—	50%	—	00	00	50
6	—	60%	—	00	00	60
7	—	70%	—	00	00	70
8	—	80%	—	00	00	80
9	—	90%	—	00	00	90
10	—	100%	—	00	00	99

Joon. 47. Korrigeerivate valgusefiltrite komplekti neeldumiskõverad.

Suur komplekt koosneb 60 valgusefiltrist, 20 tükki igast värvusest, mis erinevad tiheduse poolest 5%, s. t. valgusefiltrid tihedusega: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 jne. kuni 100%. Suur komplekt on töötamisel mugavam, sest et kopeerimisel üheaegselt kasutusel olevate filtrite arv väheneb. Kui kasutatakse ainult väikest komplekti, siis vahetihedused (15, 25% jne.) saadakse kahte valgusefiltrit kokku pannes: 10 + 5 või 20 + 5 jne.

Korrigeerivad valgusefiltrid, nagu igasugused kleebitud želatiinvalgusefiltrid, võivad säilitamisel rikneda (plekkide, mullide, vikerkaarevärviliste ringide ja vöötide tekkimine; määrdumine). Värviliseks kopeerimiseks on kõlblikud ainult absoluutselt korras valgusefiltrid. Plekid ja mullid valgusefiltreil põhjustavad kopeerimisel värviliste pindade ja triipude tekkimist, mõnikord aga ka värvuste täielikku moonutumist ja ei võimalda koopia värvusi õieti korrigeerida.

Kopeerimistehnika. Kontakt- ja projektsioonkopeerimistehnika kolmekihilistele materjalidele ei erine põhimõtteliselt milleski mustvalgetele fotomaterjalidele kopeerimisest. Siiski on värvilise kopeerimise edukaks läbiviimiseks vajalik töös eriline hoolikus: see asjaolu ja vajadus kopeerida läbi korrigeerivate filtrite nõuab eriseadmeid ja kopeerimisaparatuuri väikest ümberehitamist.

Korrigeeriva valgusefiltri võib projektsioonkopeerimise puhul asetada ükskõik missugusel kohal valgusvihi teele: suurendusaparaadi valgusallika ja kondensaatori vahele, kondensaatori ja negatiivi vahele, negatiivi ja objektiivi vahele, otse objektiivile või objektiivi ja projektsioonpinna vahele. Kõige parem on asetada valgusefiltrid valgusallika ja kondensaatori vahele, sest sel juhul mõjuvad valgusefiltrite puudused (kriimustused, väikesed plekid jne.) kujutisele kõige vähem. Selleks tuleb suurendusaparaadi kerosse teha ava raami asetamiseks, mille suurus vastab valgusefiltrite mõõdetele; raami peab mahtuma üheaegselt 4 valgusefiltrit. Raamil peab olema rant, mis katab täielikult lõike suurendusaparaadi keros. Et vältida valgusefiltrite riknemist ülekuumenemise tõttu, tuleb tingimata kindlustada suurendusaparaadi lambiruumi korralik ventilatsioon ja jahutus, seejuures tuleb aga hoida alal täielik valgusekindlus, sest muidu võib positiivmaterjal saada võõrvalgust. Kui ei ole võimalik suurendusaparaati ümber ehitada, siis on kõige parem valgusefiltrid asetada hariliku laboratooriumistatiivi külge kinnitatud rõngale, mis on seatud valgusvihi teele objektiivi ja projektsioonpinna vahele.

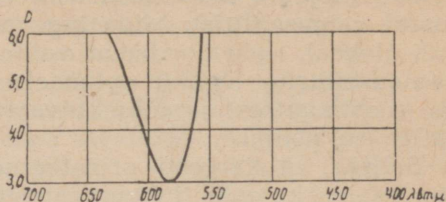
Kuna kolmekihilised positiivmaterjalid on tundlikud nähtava valguse kõikidele kiirtele, siis nende kopeerimis- ja töötlemisprotsess viiakse läbi täielikus pimeduses või optimaalse kollakas-rohelise kaitsefiltriga pimikulatarnat kasutades. Sellise valgusefiltri neeldumiskõver on antud joonisel 48.

Et kohandada kontaktkopeerimise-seadet kolmekihiliste materjalide jaoks, selleks on vaja valmistada korrigeerivate valgusefiltrite jaoks raam, asetades selle valgusallika ja negatiivi vahele. Harilikult tuleb kopeerimisseadme klaasil ühtlase valgustuse kindlustamiseks asetada väikesemõõteline valgusefiltritega raam negatiivist küllalt kaugemale. Valgusallika spektraalne koostis mõjub kopeerimisel saadava äratõmbe värvusebilansile; seepärast tuleb kõikide kopeerimisseadmete juures kinni pidada valgusallika toitevoolu suhtes kindlast režiimist.

Iga kõrvalekaldumine valgustuse alalistest tingimustest põhjustab kopeerimisprotsessis valgusallika värvusetemperatuuri muutuse ja järelikult — proovitõmmiste värvusebilansi muutuse ning ei võimalda

kopeerimisel saada kindlaid ja korratavaid tagajärgi. Valgusallika ühtlase režiimi alalhoidmiseks peab iga kopeerimisseade olema varustatud voltmeetriga, reostaadiga ja pingestabilisaatoriga, mis võimaldavad elektrivõrgus esinevaid kõikumisi kontrollida ja reguleerida selleks, et kopeerimist teostada alati ühesugustes tingimustes. Harilikult tuleb kopeerida pingega 110—90 volti (või 210—190 volti, kui võrgupinge on 220 volti). Valitud pinge tuleb hoida alal kogu töötamiseaja jooksul. Suurte kõikumiste puhul tekib positiivi värvuseülekandes teistsugune iseloom. Nii on 60—80-voldilise pinge juures märgata alumise kihi taevasiniste tiheduste tunduvalt suurenemist.

Joon. 48. Kolmekihiliste fotopaberite töötlemiseks määratud kollakas-rohelise kaitse-valgusefiltri spektraalse neeldumise kõver.



Värvilise kopeerimise protsess teostatakse parima valgustusaja ja parima valgusefiltrite-kombinatsiooni leidmisel, mis võimaldavad saada kõige parema värvuseülekandega värvilise koopia.

Korrigeerivate valgusefiltrite valik. Valgusefiltrite optimaalse (parima) kombinatsiooni leidmise esimest viisi võib nimetada „praktilise kopeerimise viisiks”. Antud positiivmaterjalile (kolmekihiline fotopaber või positiivfilm) valmistatakse värvilisest negatiivist rida värvilisi koopiaid ilma korrigeerivate valgusefiltriteta selleks, et leida õiget lähtevalgustusaega. Pärast proovide töötlemist valitakse neist välja tiheduse poolest õigeim koopia ja märgitakse üles valgustuse lähteage. Seda tiheduse (valgustusaja) poolest optimaalset koopiat hinnatakse värvuseülekande seisukohalt.

Eespool me juba rääkisime sellest, et värviliste diaposiitvide ekraanile projekteerimisel või diaposiitvide läbivas valguses vaatlemisel nähtavad värvused erinevad, olenedes selle juures kasutatava valgusallika karakteristikast. Sama nähtus ilmneb värviliste koopiade vaatlemisel. Seepärast tuleb korrigeerivate valgusefiltrite valimisel värvuseülekande kvaliteeti hinnata vaadeldes proovikoopiaid päevavalguse tingimustes või samasuguse karakteristikaga valgustuses. Koopiad, mis päevavalguses õieti korrigeeritud, on ka hõõglampide valgusel vaatlemisel täiesti hea värvuseülekandega. Kui aga värvilisi positiive korrigeeritakse hõõglampide valgusel, siis märkame päevavalgusel ebasoovitavat kollaste ja punaste toonide ülekaalu, mille tõttu värvuseülekande on ebarahuldav. Seepärast ei tohi hinnata korrektsiooni hõõglampide või teiste selletaoliste madala värvusetemperatuuriga valgusallikate valgusel.

Kõikideks nendeks töödeks on vaja väga intensiivset valgustust. Ainult sel tingimusel annab värviline kujutis suurima kunstilise efekti. Valguse vähesuse puhul väheneb tunduvalt kujutise värvuste eredus, ühes sellega väheneb ka värvilise foto kunstiline efekt.

Kõige lihtsamaks värvuseülekande kvaliteedi hindamise viisiks on määrata sellel ühe või teise soovimatu varjundi olemasolu. Selle varjundi kõrvaldamiseks kopeerimisel tuleb valida selline korrigeeriv valgusefilter, mis oma värvuselt langeb ühte koopia soovimatu varjundiga, mida on vaja kõrvaldada. Nii näiteks, kui koopiaal on liiga kol-

lane toon, tuleb selle parandamiseks kasutada kollast korrigeerivat valgusefiltrit, milline osaliselt nõrgendab (neelab) siniseid kiiri üldisest valgusvihust, mis läbib negatiivi; selle tagajärjel valguse toime positiivmaterjali pealmisele kihile väheneb. Järelikult väheneb pealmise kihi valgustusaeg ja pealmises kihis tekkiva kollase värvaine hulk; seega kõrvaldatakse fotol soovimatu kollase varjundi domineerimine. Taevasinise ja purpursed varjundi nõrgendamiseks kasutatakse vastavalt taevasinist ja purpurset valgusefiltrit. Teiste varjundite kõrvaldamiseks kasutatakse kombinatsiooni kahest valgusefiltrist: punase varjundi nõrgendamiseks — kombinatsiooni kollasest ja purpursest valgusefiltrist; roheline varjundi kõrvaldamiseks — kombinatsiooni kollasest ja taevasinisest valgusefiltrist. Mida tugevamini on märgata ühe või teise varjundi ülekaal, seda tihedamat valgusefiltrit tuleb kasutada.

Valgusefiltrite lõpliku optimaalse kombinatsiooni valik oleneb töötaja kunstimaitsesest ja subjektiivsest hindest ning toimub rea proovide vaatlemise põhjal.

Selleks, et kergesti orienteeruda proovikoopiatēs ja kopeerimisel mitte eksida komplekti kuuluvat suurt hulka valgusefiltreid käsitsedes, on iga valgusefiltri ja nende kombinatsiooni märkimiseks kasutusele võetud järgmine süsteem, mis märgitakse pliiatsiga iga koopia tagaküljele. Valgusefiltrite ükskõik milline kombinatsioon märgitakse kolme arvuga, mis asetsevad kindlas järjekorras ja näitavad valgusefiltrite tihedusi protsentides. Esimene arv näitab kollase valgusefiltri tihedust, teine — purpursed, kolmas — taevasinise valgusefiltri tihedust.

Väikese komplekti valgusefiltrid märgitakse järgmiselt:

Kollased	Purpursed	Taevasinised
05 00 00	00 05 00	00 00 05
10 00 00	00 10 00	00 00 10
20 00 00	00 20 00	00 00 20
30 00 00	00 30 00	00 00 30
40 00 00	00 40 00	00 00 40
50 00 00	00 50 00	00 00 50
60 00 00	00 60 00	00 00 60
70 00 00	00 70 00	00 00 70
80 00 00	00 80 00	00 00 80
90 00 00	00 90 00	00 00 90
99 00 00*)	00 99 00*)	00 00 99*)

Kui kopeerimisel tarvitati 30% purpurset ja 40% taevasinist valgusefiltrit, märgitakse see koopia tagaküljel järgmiselt: 00 30 40. Mõnikord tuleb korrigeerimisel 100% filtrile asetada lisaks veel teine, sel juhul märgitakse järgmiselt: 110 120 00; antud märke tähendab, et kopeerimisel kasutati kaht kollast (100 ja 10%) ja kaht purpurset (100 ja 20%) valgusefiltrit.

Valgusefiltrite ühe või teise kombinatsiooni rakendamine nõrgendab kopeerimisel valgusallika valgusvihku ja muudab valgustusaega, mis on vajalik õigestivalgustatud koopia saamiseks. Uhel või teisel määral korrigeeritud värvilise positiivi õigeks hindamiseks on väga tähtis saada iga proovitava valgusefiltrite-kombinatsiooni jaoks õigestivalgustatud koopia. Iga valgusefiltrite-kombinatsiooni jaoks õige valgustusaja katselisel teel määramine muudab lõpliku värvilise positiivi saamise protsessi palju keerukamaks ja pikemaks, rääkimata suurest materjalikulust. Sellest võib hoiduda, kasutades erinevate valguse-

*) Kahekohalisuse säilitamiseks arvuga 99 märgitakse tihedus 100%.

filtrite-kombinatsioonidega kopeerimisel valgustusaja määramiseks järgmist arvutusmeetodit.

Valgustusaja arvutus kopeerimisel. Aluseks võetakse valgustus-aeg, mille juures antud kopeerimistingimustes (pinge ja suurendusaste) valgusefiltreid kasutamata saadi normaalse tihedusega koopja. See valgustusaeg, mida nimetatakse lähte-valgustusajaks, määratakse tege-likkude proovidega. Teades lähtevalgustusaega võidakse arvutuse teel määrata küllaldase täpsusega valgustusaeg kõikide ülejäänud proovide jaoks mitmesuguste valgusefiltrite-kombinatsioonidega.

Valgusefiltrite kasutamisel on valgustusaegade arvutamise praktika andnud järgmised reeglid. 10-protsendilist taevasinist või purpurset valgusefiltrit kasutades on vajalik lähte-valgustusaega pikendada 10%; iga järgnev taevasinise või purpuse valgusefiltri tiheduse tõstmine 10% võrra suurendab valgustusaega uuesti 10%. Kollase valgusefiltri kasu-tamine mõjub valgustusaja suhtes vähem; kollaste valgusefiltrite kasu-tamisel kuni 20% ei tule valgustusaega praktiliselt suurendada. Kollane valgusefilter tihedusega 30—40% nõuab valgustusaja pikendamist umbes 5%. Kollane valgusefilter tihedusega 50% nõuab juba valgustus-aja pikendamist 10%; iga järgnev kollase valgusefiltri tiheduse suurendamine 50% võrra nõuab valgustusaja pikendamist 10%.

Klaasidel, millede vahele on kleebitud želatiinfooliod, on samuti teatav neeldumine, mida tuleb arvesse võtta valgustusaja arvutamisel. Iga valgusefiltri (iga kahe klaasi) kohta tuleb valgustusaega piken-dada 10%.

Tuleb alla kriipsutada, et kõikide nende arvutuste juures iga järg-mine valgustusaja suurendamine ei alga lähte-valgustusajast, vaid eel-nenud arvutuse tulemusest, s. t. arvutus toimub liitprotsentide reeglite kohaselt. Selgitame seda näitega.

Võrdugu lähte-valgustusaeg 10 sek. Vaja on arvutada valgustusaeg valgusefiltrite: 00 30 20 tarvitamisel õigestivalgustatud proovikoopia saamiseks.

Valgustusaja pikenemine purpuse valgusefiltri 00 30 00 kasuta-misel moodustab 30%, taevasinise valgusefiltri 00 00 20 kasutamisel — 20%. Peale selle peame valgusvihi teele kahe valgusefiltri (s. t. 4 klaasi) asetamisel valgustusaega pikendama veel 20%. Nii tuleb lähte-valgustusaega pikendada kokku 30+20+20 s. t. 70%. Siiski ei ole õige arvata, et otsitav valgustusaeg on $10+10 \times 0,70 = 17$ sek.

Õige tulemuse saamiseks on vaja 70% liitmise läbi viia liitprotsen-tide reeglite kohaselt, s. t. teostada järgmine arvutus:

+	10,0	sek.	
	1,0	(10%)	
+	11,0		
	1,1	(10%)	
+	12,1		
	1,21	(10%)	
+	13,31		
	1,33	(10%)	
+	14,64		
	1,46	(10%)	
+	16,10		
	1,61	(10%)	
+	17,71		
	1,77	(10%)	
	19,48	$\approx 19,5$	sek.

Selleks et mitte igakord teha keerukaid arvutusi, eriti tunduva tihedusega valgusefiltrite kasutamisel, võib eelnevalt arvutada ja koostada paranduste tabel igasuguste valgustusaegade jaoks, mille kasutamine võimaldab tunduvalt kindlustada ja täpsustada tööd valgusefiltrite optimaalse kombinatsiooni valikuks.

Tabel 4.

Valgustusaegade arvutus kopeerimisel.

Vajalik valgustusaja pikendamine liitprotsentides	Otsitav valgustusaeg (sek.) lähtevalgustusaja (sek.) juures							
	5 sek.	10 sek.	15 sek.	20 sek.	25 sek.	30 sek.	40 sek.	50 sek.
10	5,5	11,0	16,5	22,0	27,5	33,0	44,0	55,0
20	6,1	12,1	18,2	24,2	30,3	36,3	48,4	60,5
30	6,7	13,3	20,0	26,6	33,3	39,9	53,2	66,6
40	7,3	14,6	22,0	29,3	36,6	43,9	58,6	73,2
50	8,0	16,1	24,1	32,2	40,2	48,3	64,4	80,5
60	8,8	17,7	26,6	35,4	44,3	53,1	70,9	88,6
70	9,7	19,5	29,2	39,0	48,7	58,5	77,9	97,4
80	10,7	21,4	32,1	42,9	53,5	64,3	85,7	107,2
90	11,8	23,6	35,3	47,1	58,9	70,7	94,3	117,9
100	12,9	25,9	38,9	51,8	64,8	77,8	103,7	129,7
110	14,2	28,5	42,7	57,0	71,2	85,6	114,1	142,6
120	15,6	31,4	47,0	62,7	78,4	94,1	125,5	156,9
130	17,2	34,5	51,7	69,0	86,2	103,5	138,0	172,6
140	18,9	37,9	56,9	75,9	94,8	113,9	151,8	189,8
150	20,8	42,7	62,6	83,5	104,3	125,2	167,0	208,8
160	22,9	45,9	68,8	91,8	114,7	137,8	188,7	229,7
170	25,1	50,5	75,7	101,0	126,2	151,5	202,1	252,6
180	27,7	55,5	83,3	111,0	138,8	166,7	222,3	272,9
190	30,4	61,1	91,6	122,2	152,7	183,3	244,5	305,7
200	33,5	67,2	100,7	134,4	167,9	201,7	268,9	336,2

Arvutusnäiteid:

1. Lähte-valgustusaeg — 10 sek. Määrata valgustusaeg valgusefiltriga 00 80 00 kopeerimiseks. Nõutav valgustusaja pikendamine moodustab 90% (80% valgusefiltrite tiheduse arvel + 10% 2 klaasi jaoks). Otsitav valgustusaeg asub horisontaalrea „90%“ ja vertikaal-tilba „10%“ ristumiskohal ja moodustab 23,6 sek.

2. Lähte-valgustusaeg — 25 sek. Määrata valgustusaeg kopeerimiseks valgusefiltriga 00 120 50. Vajalik valgustusaja pikendamine moodustab 200% (120+50=170% — valgusefiltrite tiheduse arvel ja 30% — 6 klaasi arvel: 2 purpurset valgusefiltrit 100% ja 20% ja üks taevasinine 50%). Otsitav valgustusaeg on tabeli järele 167,9 sek.

Toodud lühikest tabelit võib täiendada teiste lähte-valgustusaegade jaoks.

Nagu eeltoodust näha, on selline optimaalse valgusefiltrite-kombinatsiooni valiku meetod küllaltki vaevarikas ja nõuab töötajalt teatavat vilumust. Lõpliku optimaalse tagajärje ja optimaalse valgusefiltrite-kombinatsiooni määrab töötaja kunstiline maitse ja need ülesanded, millised ta asetab endale värvilise positiivi kopeerimisel.

Lõpuks võib märkida, et värvilisest kolmekihilisest negatiivist võib ilma filtriteta kopeerimisel saada harilikul fotopaberil must-valgeid fotokoopiaid. Värvilisest negatiivist saadud must-valged positiivid paistavad silma eriti suure pooltoonide-astmestusega, kuid omavad värvuste must-valge-skaala ülekandes mõningaid kõrvalekalduksi.

§ 21. Värviliste fotopositiivide töötlemine.

Kolmekihiline positiivfilm. Kolmekihilise positiivfilmi töötlemisprotsess erineb kolmekihilise negatiivfilmi töötlemisest ühe lisalahuse poolest, mis katkestab ilmutusprotsessi.

Kolmekihilise positiivfilmi töötlemisprotsess koosneb järgmistest operatsioonidest.

Tabel 5.

Kolmekihilise positiivfilmi töötlemise järjekord ja režiimid.

Operatsiooni järjekord	Operatsiooni nimetus	Operatsiooni kestus (minutites)	Vajalik lahuse temperatuur
1	Värviline ilmutamine	11	18° ± 1°
2	Katkestusvann	2	18° ± 2°
3	Pesemine	15	15° ± 2°
4	Pleegitamine	5	18° ± 2°
5	Pesemine	5	15° ± 2°
6	Kinnistamine	5	18° ± 2°
7	Pesemine	20	15° ± 2°

Positiivfilmi töötlemiseks kasutatakse sama retseptiga värviilmuti-, pleegitamis- ja kinnistilahust nagu negatiivfilmi töötlemiseks.

Katkestusvann koostatakse järgmise retsepti järgi:

Kaaliumdihüdrofosfaat	100 g
Vesi	1000 ml

Kolmekihiline fotopaber. Kolmekihilist fotopaberit võidakse töödelda kahel viisil: nelja töölahust kasutades või kahte töölahust kasutades. Mõlemal viisil saadavate koopiate kvaliteet on praktiliselt ühesugune ja neist ühe valik sõltub esmajärjekorras sellest, milliseid kemikaale omatakse.

Kahe-lahuse süsteem on kaheldamatult mugavam, sest kombineeritud pleegitamis-kinnistilahuse kasutamine nõuab väiksemat vannide arvu, lühendab positiivi töötlemise aega 58 minutilt 39 minutini ja võimaldab kinnistamis- ja pleegitamisoperatsiooni läbi viia harilikul valgusel. Selle meetodi puuduseks on pleegitamissoola kallidus ja defitsiitsus, samuti aga ka pleegitamis-kinnistamislahuse kiire kõlbmatuks muutumine.

Toome kolmekihilise fotopaberi töötlemise järjekorra ja režiimid mõlema juhu jaoks ja kasutatavate lahuste retseptuuri.

Kolmekihilise fotopaberi töötlemise järjekord ja režiim nelja lahuse meetodil.

Operatsiooni järjekord	Operatsioonide nimetus	Operatsiooni kestus (minutites)	Vajalik lahuse temperatuur
1	Värviline ilmutamine	3	18°±1°
2	Pesemine	10	15°±2°
3	Katkestuslahus	5	18°±2°
4	Pesemine	5	15°±2°
5	Pleegitamine	5	18°±2°
6	Pesemine	5	15°±2°
7	Kinnistamine	5	18°±2°
8	Pesemine	20	15°±2°

Lahuste retseptid.

Ilmutilahus värviliseks ilmutamiseks. Koostatakse kahest lahusest, mida segatakse tööks võrdsetes kogustes.

Lahus A

Hüdroksüülamiinhüdrokloriid	2 g
Etüüloksüetüülparafenüleendiamiinsulfaat	4,5 g
Vesi	500 ml

Lahus B

Etüleendiamiintetraädikhapu naatrium	2 g
Potas	75 g
Naatriumsulfit, veevaba	0,5 g
Kaaliumbromiid	0,5 g
Vesi	500 ml

Etüleendiamiintetraädikhapu naatriumi asemel võib kasutada kahekordset kogust naatriumheksametafosfaati. Nende mõlemate pehendamajate kasutamine lahuses ei ole tingimata vajalik sel juhul kui lahuse valmistamiseks tarvitatakse destilleeritud vett.

Katkestusvann

Bensoolsulfiinhapu naatrium	2 g
Dinaatriumhüdrofosfaat	10 g
Kaaliumdihüdrofosfaat	10 g
Naatriumhüposulfit	200 g
Vesi	1000 ml

Pleegitamislahus

Punane veresool	20 g
Dinaatriumhüdrofosfaat	8 g
Kaaliumdihüdrofosfaat	12 g
Vesi	1000 ml

Võib aga ka tarvitada lihtsama koostisega pleegitamislahust:

Punane veresool	50 g
Naatriumkloriid	50 g
Vesi, destilleeritud	1000 ml

Parkiv kinnistl.

Koostatakse kahes lahuses, mis töötamise juures segatakse.

Lahus A

Kaalium-alumiiniummaerjas	30 g
Vesi	800 ml

Lahus B

Naatriumatsetaat, veevaba	60 g
Bensoolsulfiinhapu naatrium	2 g
Naatriumhüposulfit	80 g
Vesi	200 ml

Väheste kogustega töötamisel võib bensoolsulfiinhapu naatriumi ära jätta.

Tabel 7.

Kolmekihiliste fotopaberite töötlemise järjekord ja režiimid kahe-lahuse meetodil.

Operatsiooni järjekord	Operatsiooni nimetus	Operatsiooni kestus (minutites)	Vajalik lahuse temperatuur
1	Värviline ilmutamine	3	18° ± 1°
2	Pesemine	10	15° ± 2°
4	Pleegitamine ja kinnistamine	6	18° ± 2°
3	Pesemine	20	15° ± 2°

Värviliseks ilmutamiseks kasutatakse sama lahust, nagu nelja-lahuse meetodi juures.

Pleegitamis-kinnistilahus.

Etüleendiamiintetraädikhapu raud (III)	80 g
Potas	16 g
Etüleendiamiintetraädikhapu naatrium	40 g
Bensoolsulfiinhapu naatrium	4 g
Kaaliumbromiid	24 g
Naatriumhüposulfit	120 g
Vesi	1000 ml

Väikestes kogustes võib pleegitamis-kinnistilahust koostada ilma etüleendiamiintetraädikhapu naatriumita ja bensoolsulfiinhapu naatriumita.

Kolmekihilise fotopaberi töötlemisel kasutatakse ilmutusaineks mitte dietüülparafenüleendiamiini, vaid selle derivaate, mis dietüülparafenüleendiamiiniga võrreldes on palju väiksema toksilise mõjuga. See on väga tähtis, sest fotokoopiote vannides töötlemisel on raske hoiduda lahuse sattumisest käenahale. Seepärast tuleb kasutada kummikindaid ja sageli loputada käsi 3—5-protsendilises äädikhappelahuses.

Lahustele lisatavate pehmendajate tähendus on samasugune kui ümberpööramisfilmide ja negatiivfilmide töötlemiseks määratud lahustes. Destilleeritud vee kasutamisel võib pehmendajad retseptist välja jätta.

Bensooisulfiinhapu naatrium on lahuses selle parema säilimise otsustarbel ja väikestes hulkades koostamisel võib retseptist ära jääda. Ilmutus-, pleegitamis-, katkestusvanni ja kinnistilahuse säilivus on sama, mis ümberpööramisfilmi ja negatiivfilmi töötlemisel kasutatavatel lahustel.

Iga lahuse ühes liitris võib töödelda mitte enam kui 10 lehte paberit formaadis 18×24 cm.

Värviliste fotopaberite töötlemise tehnika. Kolmekihiliste positiivmaterjalide töötlemisel on tarvis sama rangelt kinni pidada antud retseptuurist ja ajarežiimidest, nagu negatiivfilmide ja ümberpööramisfilmide töötlemisel. Eriiline hoolikus töötamisel, kemikaalide puhtus ja täpsus on vajalikud igasuguse kolmekihilise materjali töötlemisel.

Positiivse tasafilmi töötlemine toimub täpselt samuti, nagu negatiivse tasafilmi töötlemine — vannides, või massilisel töötlemisel — harilikes vertikaalse ilmutamise paakides, raamile kinnitatult.

Värviliste paberkoopiate vähesel arvul töötlemine võib edukalt toimuda vannides. Et hoiduda käte kokkupuutumisest nahka kahjustavate lahustega, selleks tuleb töötada kummikinnastes või kasutada plastmassist raame, milleledele töötlemisele kuuluvad koopiad kinnitatakse nõõpnõeltega (joon. 49).

Kolmekihilise fotopaberi massilisel töötlemisel kasutatakse spetsiaal-seid paake vertikaalseks ilmutamiseks. Koopiad kinnitatakse nõõpnõeltele abil painduvast plastmassist lehtedele (joon. 50), mis asetatakse plastmassist valmistatud rest-korvidesse.

Need korvid pannakse paaki ilmutuslahusesse, selle järel vastavalt töötlemise käigule tõstetakse järjekorras veega täidetud paaki ja teistesse lahustesse.

Sama seadise abil võib toimuda ka kolmekihiliste positiivfilmide massiline töötlemine.

Iga töötlemisviisi juures tuleb kasutada dušš-pesemist (joon. 51).

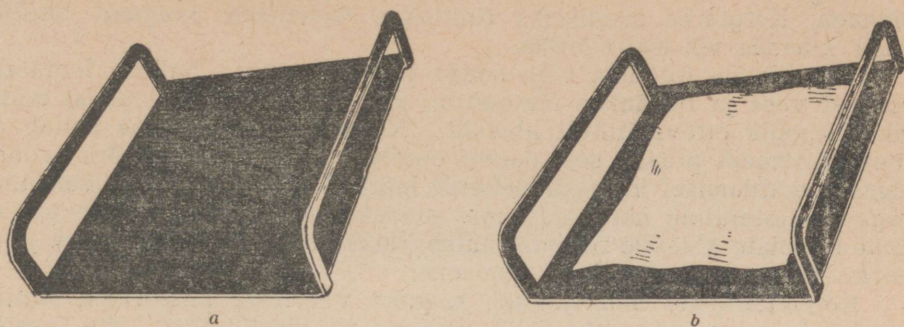
Pärast lõplikku pesemist lähevad koopiad kuivatamisele. Üleliigse niiskuse kõrvaldamiseks pühitakse koopiad pehme käsnauga üle ja riputatakse siis kuivatuskappi, milles temperatuur ei tohi olla kõrgem kui 30—35°. Kuivatamise kestus — ½—1 tund, pikemal kuivatamisel muutuvad veidi koopia värvid. Loomulik kuivamine ei ole seepärast soovitatav.

§ 22. Värviliste fotode viimistlemine.

Värvilised positiivid filmil kantakse klaaside vahele ja säilitatakse diapositiividena. Kuivanud paberkoopiad õgvendatakse pressi all, lõigatakse ääred ja kleebitakse papile või albumisse. Värviliste fotode jaoks kõige kohasemaks papi värvuseks on tumehall või must, sest mustal foonil näivad värvilised fotod eriti head.

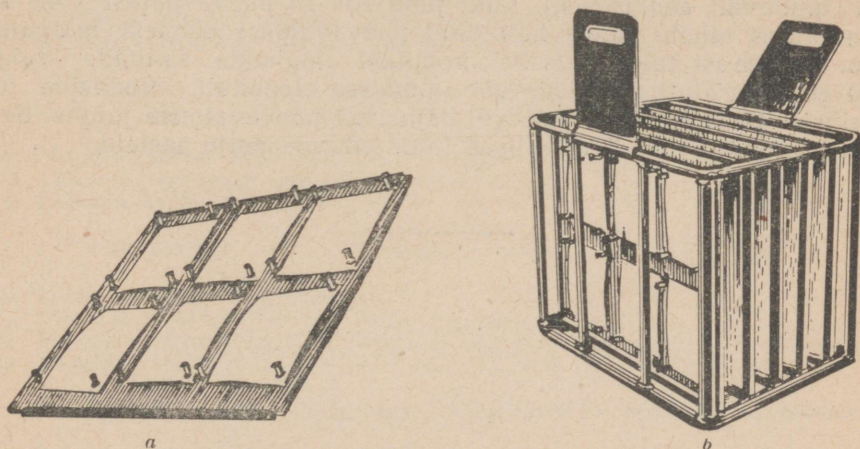
Enne kleepimist tuleb koopiad retušeerida, selleks et kaotada igasuguseid kihi mehaanilisi vigastusi, punkte, jne.

Värviline retuš teostatakse vees lahustuvate läbipaistvate värvidega. Retušiks on küllaldane kolm värvi: taevasinine, purpurne ja kollane; kõik ülejäänud varjundid võib saada neid segades.



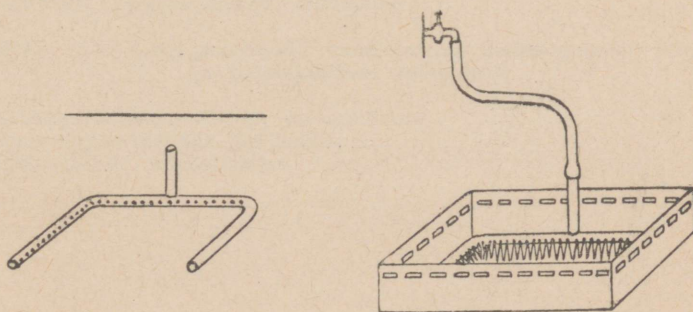
Joon. 49. Plastmassist raamid kolmekihiliste fotopaberite vannides töötlemiseks:

a — tühi raam; b — raam peale kinnitatud kopiatega.



Joon. 50. Rest-korvid kolmekihilise fotopaberi massiliseks töötlemiseks:

a — painduvast plastmassist plaadile kopiate kinnitamine; b — rest-vann kopiatega.



Joon. 51. Fotopositiivide dušš-pesemiseks määratud vanni konstruktsioon.

Nagu teada, valmistatakse kolmekihilist fotopaberit ainult läikiva pinnaga. Kõrgläike saamiseks rullitakse värvilised koopiad harilikul viisil klaasile või tselluloidile.

Värvilistele fotodele võib saada ka matt-pinna. Selleks leotatakse koopiat vees ja rullitakse mateeritud klaasile. Pärast kuivamist eraldatakse koopia ettevaatlikult klaasilt. Koopiate mateerimine annab aga suure protsendi praaki, sest paberi emulsioonikiht on väga õrn ja läheb klaasilt eraldamisel kergesti paberilt lahti. Mateerimiseks kõlbab ainult väga peeneteraline mattklaas, mis saadakse klaasi pinna söövitamisel. Enne koopiate klaasile rullimist tuleb klaas hoolikalt pesta veega ja siis piiritusega rasvainete kõrvaldamiseks.

Kolmekihilistel materjalidel saadud värviliste positiivide suureks puuduseks on nende suhteliselt väikene valgusekindlus. Kui asetada värviline positiiv otsesesse päikesevalgusse, siis algab juba mõne tunni pärast selle tunduv pleekimine. Esmajärjekorras hakkab valguse toimel hävinema pealmise kihi värvaine (kollane), selle järele ka kahe alumise kihi värvained. Siseruumis, hajutatud valguses toimub koopiate pleekimine tunduvalt aeglasemalt, kuid juba 10—15 päeva pärast võib koopiate juures tähele panna hajutatud päevavalguse esimest märgatavat mõju. Seepärast tuleb värvilisi koopiaid tingimata säilitada valguse mõju eest varjatult: karpides või albumisse kleebitult. Vaadelda tuleb värvilisi fotosid kunstvalguse või hajutatud päevavalguse juures. Sellistes tingimustes võivad värvilised fotod säiluda palju aastaid.

SISUKORD.

	Lk.
Eessõna	3
I peatükk. Valguse- ja värvusteõpetuse põhialused.	
§ 1. Värvuse füüsilised karakteristikad	5
§ 2. Värvuste additiivne segamine — värviliste kiirte segamine	10
§ 3. Subtraktiivne värvuste segamine — värvainete segamine	11
§ 4. Värviliste fotoülesvõtete põhiprintsiip	11
§ 5. Värviliste kujutiste saamise additiivne meetod	13
§ 6. Värviliste kujutiste saamise subtraktiivne meetod	14
II peatükk. Värvilise fotograafia additiivseid meetodeid. Värviline fotograafia rastermaterjalidel.	
§ 7. Valgustundlikud rastermaterjalid ja nende kasutamise põhimõte	16
§ 8. Värviliste kujutiste tekkimine rastermaterjalidel	17
§ 9. Rastermeetodite üldine hinnang	18
III peatükk. Värvilise fotograafia subtraktiivseid meetodeid.	
§ 10. Komponentnegatiivide saamine	21
§ 11. Värvilise positiivtrüki subtraktiivseid meetodeid	29
§ 12. Värviline fotograafia kolmekihilistel materjalidel värvilise ilmutamisega	46
§ 13. Värvilise fotograafia subtraktiivsete meetodite võrdlev hinnang	56
IV peatükk. Värviline pildistamine kolmekihilistel überpööramisfilmidel.	
§ 14. Fotograafilise pildistamise tingimused	58
§ 15. Kolmekihiliste überpööramisfilmide töötlemine	65
§ 16. Värviliste diapositiivide projekteerimine	69
§ 17. Kolmekihilisel überpööramisfilmil saadud värviliste ülesvõtete paljundamine	72
V peatükk. Kolmekihilistel filmidel värviliste negatiivide valmistamine.	
§ 18. Kolmekihilisele negatiivfilmile pildistamine	74
§ 19. Kolmekihiliste negatiivfilmide töötlemine	76
VI peatükk. Värviliste positiivide valmistamine kolmekihilisel positiivfilmil ja kolmekihilisel fotopaberil.	
§ 20. Kopeerimine kolmekihilistele materjalidele	78
§ 21. Värviliste fotopositiivide töötlemine	85
§ 22. Värviliste fotode viimistlemine	88

Vastutav toimetaja A. Mutt.

Tehniline toimetaja A. Sepp.

Ladumisele antud 15. IX 1950.
Trükkimisele antud 17. XI 1950.
Trükiarv 3000. Paber 70×108, 1/16.
Trükipoognaid 5,75+14 lisalehte.
Formaadile 60×92 kohaldatud
trükipoognaid 10,27. Arvutuspoog-
naid 9. MB-09711. Trükikoda
„Kommunist“, Tallinn, Pikk tän. 2.
Tellimise nr. 3972.

Rbl. 6.—

На эстонском языке.

Rbl. 6.—

A
18695

...10738

TARTU ÜLKOOLI RAAMATUKOGU



1 0300 00001073 8