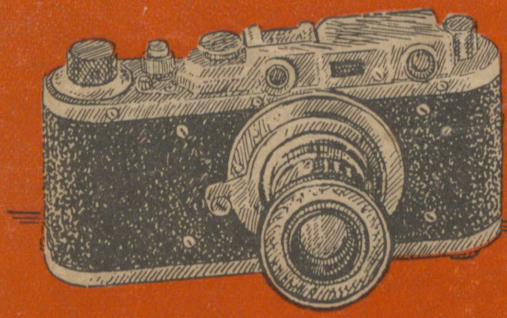
A-18582 II



V. JAŠTOLD - GOVORKO

FOTOGRAAFIA KÄSIRAAMAT

A-18582 II

V. JAŠTOLD-GOVORKO

FOTOGRAAFIA KÄSIRAAMAT

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1950

2
Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
8456

ESIMENE OSA.

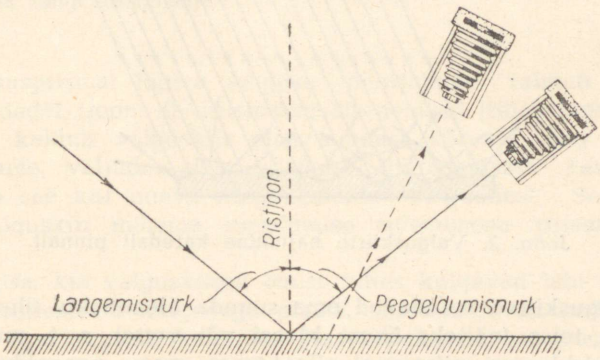
FOTOGRAAFILISE OPTIKA ELEMENDID.

1. LÄÄTSED JA NENDE POOLT TEKITATAVAD KUJUTISED.

Asudes fotograafilise optika põhiküsimuste tundmaõppimisele, tuleb meenutada valguse levimise seadusi ja eriti nende seaduste järeldusi.

Juba kõige lihtsamad katsed näitavad ja tõendavad, et valguskiired levivad sirgjooneliselt. Mistahes punkti meie näeme ainult siis, kui seda punkti ja meie silma ühendaval sirgel pole läbipaistmatuid varjavaid takistusi.

Kuid on vaja arvesse võtta, et valguskiired levivad sirgjooneliselt ainult ühtlases keskkonnas. Lähevad aga valguskiired ühest keskkonnast üle teise, siis toimub kiirte murdumine, s. t. paneme tähele nende suuna järsku muutumist.



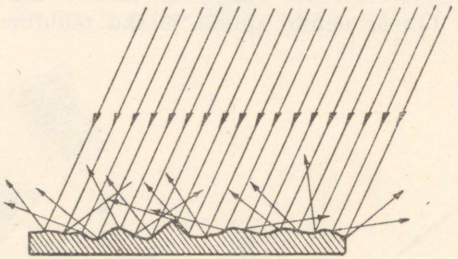
Joon. 1. Peegeldumisseadust selgitav joonis.

Kui valguskiired kohtavad oma teel siledat poleeritud pinda (peegel), siis nad peegelduvad sellelt suuremal või väiksemal määral (joon. 1). Peegelduva kiire tee võib ette välja arvutada, sest peegeldumine toimub üsna lihtsa seaduse järgi:

langev kiir, peegeldunud kiir ja peegeldavale pinnale kiire langemise punktis tõmmatud ristjoon asetsevad ühes ja samas tasapinnas;

langemisnurk ja peegeldumisnurk on võrdsed.

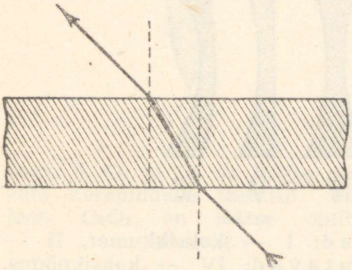
Mattidele või karedatele pindadele langevad kiired peegelduvad nendelt samuti, kuid sellistel juhtudel hajuvad kiired pärast peegeldumist mitmesugustesse suundadesse väga väikeste peegeldavate pindade erinevate kallakute tõttu. Asi seisab selles, et iga kare pind koosneb määratu suurest arvust üliväikestest siledatest pindadest, mis asetsevad üksteise suhtes kõikvõimalike nurkade all (joon. 2). Valguse sellise hajumise tõttu muutuvad valgustatud esemed nähtavaks igast küljest. Mida siledam on valgustatav keha, seda suurem hulk temale langevaid kiiri peegeldub. Niisugune peegeldumine põhjustab heledate laikude — helkide — tekkimist kõikidel valgustatud siledatel esemetel.



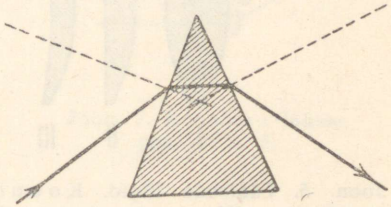
Joon. 2. Valguskiirte hajumine karedalt pinnalt.

Valguskiired muudavad oma suunda üleminekul ühest keskkonnast teise (näiteks õhust klaasi või vette), s. t. murduvad kahe keskkonna piirpinnal. Seejuures, nagu peegeldumiselgi, asetsevad langev kiir, murdunud kiir ja keskkondade piirpin-

nale langemise punktis tõmmatud ristjoon ühes ja samas tasapinnas. Kiire üleminekul tihedamasse keskkonda läheneb murdunud kiir ristjoonele. Vastupidisel juhul — üleminekul tihedamast keskkonnast hõredamasse — eemaldub murdunud kiir ristjoonest. Kui kiir langeb kahe keskkonna piirpinnale risti, siis ta ei murdu üldse. Erinevad ained murravad valguskiiri eri määral, isegi võrdsete langemisnurkade juures. Kui valguskiir läbib murdumist põhjustava aine kihti, mis on piiratud rööpsete tasapindadega, näiteks klaasplaati, siis murdub kiir nii sellesse kihti sisenemisel kui ka sellest väljumisel. Seejuures on väljuva kiire suund paralleelne langeva kiire suunaga (joon. 3).



Joon. 3. Tasaparalleelset plaati läbiv kiir väljub paralleelsena oma langemissuunaga.



Joon. 4. Prismat läbiv kiir murdub prisma aluse poole.

Klaasprismat läbiva valguse murdumine toimub prisma tasapindadel (joon. 4). Prismasse sisenemisel (tihedamasse keskkonda) kaldub valguskiir oma suunast kõrvale ning läheneb ristjoonele, väljudes aga prismast (hõredamasse keskkonda) murdub see kiir uuesti ning eemaldub ristjoonest. Seega kaldub valguskiir mõlema murdumise tulemusena prisma aluse poole.

Üldse, kui valguskiired õhust tulles kulgevad läbi mistahes mitteparalleelsete külgedega plaadi, siis muudavad nad paratamatult oma suunda, kaldudes plaadi paksema osa poole.

Läätseks nimetatakse läbipaistvast ainest keha, mis on piiratud kerapindadega (üks pindadest võib olla tasapind).

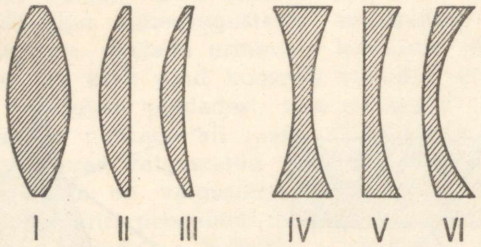
Sõltuvalt läätse piiravate pindade kombinatsioonidest, võime läätsed jaotada kuude liiki (joon. 5):

1) kaksikkumerad,
2) tasakumerad,
3) nõguskumerad,

} koondavad läätsed (ehk koondavad meniskid),

4) kaksiknõgusad,
5) tasanõgusad,
6) kumernõgusad.

} hajutavad läätsed (ehk hajutavad meniskid).



Joon. 5. Läätsede liigid. Koondavad: I — kaksikkumer, II — tasakumer, III — nõguskumer. Hajutavad: IV — kaksiknõgus, V — tasanõgus ja VI — kumernõgus.

Oma ehituselt on koondavad läätsed keskelt paksemad kui äärtelt. See grupp läätsi koondab nendele langevaid paralleelseid või hajuvaid kiiri. Hajutavail läätsedel sellist võimet ei ole.

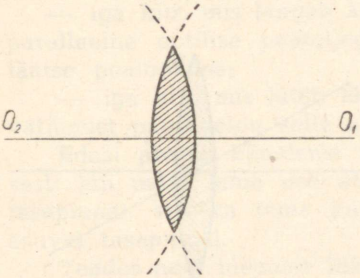
Fotograafiline objektiiv koosneb mitmesugustest klaasiliikidest valmistatud koondavate ja hajutavate läätsede komplektist. Objektiivi läätsedel on väga mitmesuguste kõverusraadiustega pinnad, sageli on nad kokku liimitud, mõnikord aga jaotatud õhuvahedega. Tervikuna kujutab aga objektiiv endast koondavat süsteemi.

Et fotograafiline objektiiv oma toimelt sarnaneb koondava läätsega, s. t. on võimeline koondama kiiri, siis objektiivi omaduste selgitamiseks piirdume kaksikkumera läätse omaduste vaatlemisega.

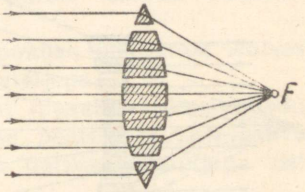
Fotograafilise objektiivi konstruktsiooni keerukus on tingi-

tud hariliku lihtsa läätse poolt antava kujutise igakülgse parendamise vajadusest. Lihtsa läätse poolt tekitatava kujutise täpsus ja teravus pole küllaldased selleks, et saada enam-vähem rahuldavat fotograafilist kujutist.

Läätse piiravate kerapindade tsentreid ühendavat sirgjoont nimetatakse optiliseks peateljeks ehk lihtsalt läätse teljeks (joon. 6).



Joon. 6. O_1 ja O_2 on läätse piiravate kerapindade tsentrid. Sirgjoon O_1O_2 on läätse optiline peatelg.



Joon. 7. Koondava läätse peafookus *F*.

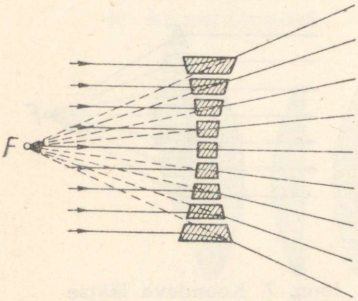
Edaspidi vaatleme ainult neid läätsi, millede paksus on väga väike võrreldes läätse pindade kõverusraadiustega. Niisuguste „lõpmata õhukeste" läätsede paksust pole vaja arvestada edaspidistes järeldustes. Lõpmata õhukeste läätsede uurimisel jälgime ainult läätsele langevate ja temast väljuvate kiirte suundi, jättes tähele panemata kiirte kulgemise läätses endas.

Punkti, mis asub sellise lõpmata õhukese läätse sees optilisel peateljel, nimetatakse läätse optiliseks keskpunktiks ehk lihtsalt keskpunktiks.

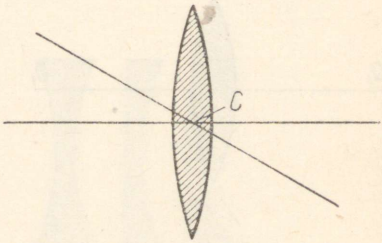
Kui koondavale läätsele langeb kiirte kimp, mis on paralleelne optilise peateljega (joon. 7), siis pärast kiirte murdumist läätses koonduvad need läätse optilisel peateljel punkti, mida nimetatakse läätse fookuseks ehk peafookuseks. Optilise peateljega paralleelsed kiired võivad läätsele langeda ükskõik kummast küljest. Sellele vastavalt on igal koondaval

läätsel kaks peafookust, milledest üks asub ühel, teine teisel pool läätse.

Kaugust läätse optilisest keskpunktist kuni selle peafokuseni nimetatakse läätse fookusekauguseks ehk peafookusekauguseks. Kui mitte arvestada läätse enda paksust, võib kaugusi läätsest mõlema fookuseni lugeda alati võrdseteks, isegi siis, kui läätse kummagi pinna kumerused on erinevad.



Joon. 8. Hajutava läätse ebafookus *F*.



Joon. 9. Läätse keskpunkti *C* läbivad kiired ei muuda oma suunda.

Hajutavad läätsed, nagu eespool öeldud, hajutavad neile langevaid kiiri. Kui läätsele langeb kimbuke paralleelseid kiiri, siis pärast läätse läbimist lähevad nad laiali (joon. 8). On arusaadav, et läätsest väljuvad kiired ei lõiku omavahel, kuid kui pikendada neid vastassuunas — nagu joonisel näidatud katkendjoonega, siis nende kiirte pikendused lõikuvad mingis punktis *F*. Seda punkti nimetatakse ebafookuseks. Antud juhul nimetatakse punkti *F* ebafookuseks sellepärast, et tegelikult kiired sellesse ei koondu.

Igast läätse ees asuvast valguspunktist langeb läätsele valgusvihk, mis koosneb lõpmata paljudest kiirtest. Selleks, et mõista nii läätse kui ka fotograafilise objektiivi toime iseloomu, oletame, et meie lääts on „ideaalne". Valguspunktist väljuvad kiired, läbides ideaalset läätse, koonduvad pärast murdumist uuesti ühte punkti. Seega, kui paneme läätse läbivate kiirte koondumiskohta mattklaasi, saame sellel meie valguspunkti kujutise.

Läätse optilise keskpunkti omadus.

Juhul, kui kiir läbib lõpmata õhukese läätse optilist keskpunkti, asuvad läätsele langev ja läätsest väljuv kiir ühel sirgjoonel (joon. 9), s. t. kiir ei muuda oma suunda. Iga kiir, mis läbib tavalise läätse optilist keskpunkti, on läätsest väljumisel paralleelne langeva kiirega.

Kiirte omadusi:

— iga kiir, mis langeb koondavale läätsele ja on seejuures paralleelne optilise peateljega, läbib pärast läätsest väljumist läätse peafookuse;

— iga kiir, mis läbib läätse peafookust, on pärast läätsest väljumist paralleelne selle optilise peateljega.

Edasi peame kõnelema veel ühest ideaalse läätse omadusest: kui mõni lame ese asub optilise peateljega risti asuval tasapinnal, siis ka tema kujutis asub optilise peateljega risti asuval tasapinnal.

Teades neid ideaalse läätse omadusi, võime juba ette öelda selle kujutise asukoha, suuruse ja iseloomu, mille annab igal konkreetsel juhul koondav lääts või fotograafiline objektiiv. Sääraseid ülesandeid võib lahendada graafiliselt. Samuti ei tee raskusi väljendada valemitega arvulist vahekorda, mis esineb eseme joonsuuruse, kujutise joonsuuruse, eseme kauguse läätsest, kujutise kauguse läätsest ja läätse pea-fookusekauguse vahel.

Võtame tarvitusele järgmised tähised (joon. 10):

Y — tasapinnalise eseme joonsuurus (kõrgus või laius);

Y' — kujutise joonsuurus (kõrgus või laius).

Suhet $\frac{Y'}{Y}$ nimetame lineaarseks suurenduseks (joonsuurenduseks) ja tähistame selle suhte kreeka tähega β. Niisiis

$$\beta = \frac{Y'}{Y}.$$

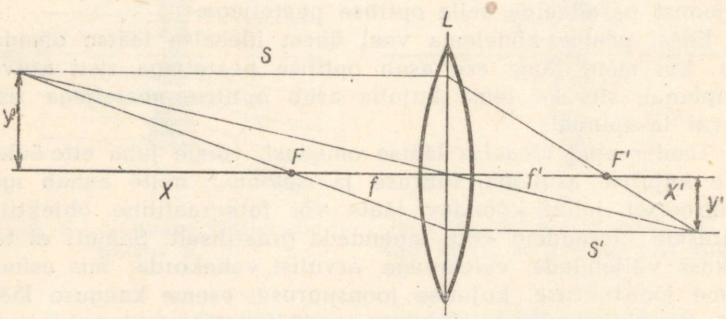
Peab ütlema, et lineaarne suurendus võib väljenduda nii liht- kui ka liigmurruna. Kui lineaarne suurendus on väiksem kui üks, siis tähendab see, et meil on eseme vähendatud kujutis; on aga lineaarne suurendus ühest suurem, siis on meil tegemist eseme suurendatud kujutisega.

Tähistame:

f — läätse pea-fookusekaugus;
S — eseme kaugus läätse optilisest keskpunktist;
S' — kujutise kaugus läätse optilisest keskpunktist;
x — eseme kaugus läätse eesmisest fookusest;
x' — kujutise kaugus läätse tagumisest fookusest.

Kolmnurkade sarnasusest (joon. 10) lähtudes on kerge väljendada järgmist olenevust kõikide nimetatud suuruste vahel:

$$\beta = \frac{f}{x} = \frac{x'}{f} = \frac{S'}{S}.$$



Joon. 10. Läätse elementide vahelist sõltuvust selgitav joonis.

Neid valemeid on kasulik meeles pidada. Nende abil võib lahendada kõiki praktikas ettetulevaid ülesandeid ja küsimusi kujutise suuruse, mõõtkava ja asukoha suhtes. Muidugi on see võimalik ainult juhul, kui on teada läätse fookusekaugus, eseme lineaarne suurendus või eseme kaugus läätsest.

Toodud valemite lihtsa ümberkujundamise teel võib välja tuua veel kaks valemit (nendest kõneleme veel edaspidi, kui peatume suurendamisel):

$$S = f\left(1 + \frac{1}{\beta}\right); \qquad S' = f(1 + \beta).$$

Toome näiteid nende valemite rakendamise kohta.

1. Objektiivi fookusekaugus on 12 cm. Pildistatav ese asub

30 cm kaugusel objektiivist. Leida kujutise kaugus ja lineaarne suurendus.

$f = 12$ cm, $S = 30$ cm. Seega $x = S - f = 30 - 12 = 18$ cm. Siis $\beta = \frac{f}{x} = \frac{12}{18} = \frac{2}{3}$. Edasi asendame valemis $\beta = \frac{S'}{S}$ suurused β ja S vastavate väärtustega, saame: $\frac{2}{3} = \frac{S'}{30}$, kust $S' = \frac{2 \cdot 30}{3} =$ 20 cm. Järelikult $\beta = \frac{2}{3}$ ja $S' = 20$ cm.

2. Objektiivi fookusekaugus on 5 cm. Ehitise kõrgus on 18 m, tema kujutise kõrgus aga 9 mm. Milliselt kauguselt tehti ülesvõte?

Kuna ehitis asub aparaadist küllalt suurel kaugusel võrreldes objektiivi fookusekaugusega, siis S' peaaegu ei erine f väärtusest. Sellepärast võime S' asemele valemisse paigutada suuruse $f = 50$ mm. Edasi on meil teada, et $Y = 18$ m $=$ 18 000 mm; $Y' = 9$ mm. Paneme kõik need suurused valemisse:

$$\frac{Y'}{Y} = \frac{f}{S}, \text{ s. t. } \frac{9}{18000} = \frac{50}{S}, \text{ kust } S = \frac{18\,000 \cdot 50}{9} \text{ mm} =$$

$$2000 \cdot 50 \text{ mm} = 100 \text{ m}.$$

Seega asus ehitis aparaadist 100 m kaugusel.

Nendest valemitest võime teha järgmised järeldused eseme ja selle kujutise suhtelise asetuse, samuti ka lineaarse suurenduse muutuste kohta:

1. Ese asub läätsest lõpmata kaugel: kujutis on tõeline, ümberpöördud, tugevasti vähendatud ja asub läätse tagumises fokaalpinnas.

2. Kaugus läätsest esemeni on lõplik, kuid on kahekordsest fookusekaugusest suurem: kujutis on tõeline, ümberpöördud, vähendatud ja selle kaugus läätsest on fookusekaugusest suurem, kuid kahekordsest fookusekaugusest väiksem.

3. Ese asub läätsest kahekordsel fookusekaugusel: kujutis on tõeline, ümberpöördud, loomuliku suurusega ja asub läätsest kahekordsel fookusekaugusel.

4. Eseme kaugus läätsest on fookusekaugusest suurem, kuid läätse kahekordsest fookusekaugusest väiksem: kujutis

on tõeline, ümberpöördud, suurendatud, tema kaugus läätsest aga on kahekordsest fookusekaugusest suurem.

5. Ese asub läätse eesmises fokaalpinnas: kujutis on lõpmata suur ja asub läätsest lõpmata kaugel.

6. Ese asub läätse ja selle eesmise fookuse vahel: kujutis on ebakujutis, päripidine, suurendatud.

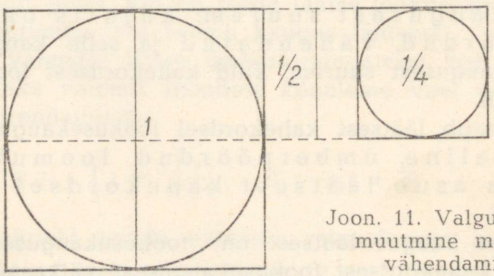
2. OBJEKTIIVI SUHTELINE AVA JA DIAFRAGMADE SKAALA.

Kui tähelepanelikult vaadelda ühe ja sama eseme kujutist erinevate objektiividega fotoaparaatide mattklaasidele, siis paneme tähele, et nende kujutiste heledus on erinev. Mattklaasi või fotoplaadi valgustustugevus ei sõltu üksnes pildistatava eseme valgustustugevusest, vaid kõikidest teguritest, mis on seoses kujutist tekitava optilise süsteemiga, s. t. objektiiviga.

Missugused objektiivi omadused määravad siis kujutise heleduse mattklaasil või negatiivkihil?

Kui jätkata eseme kujutise vaatlemist mattklaasil ja kasutada seejuures objektiivi diafragmat, siis ilmneb kohe, et diafragma, suurendades või vähendades objektiivi mõjuvat ava, võimaldab saavutada mattklaasil heledamat või tumedamat kujutist.

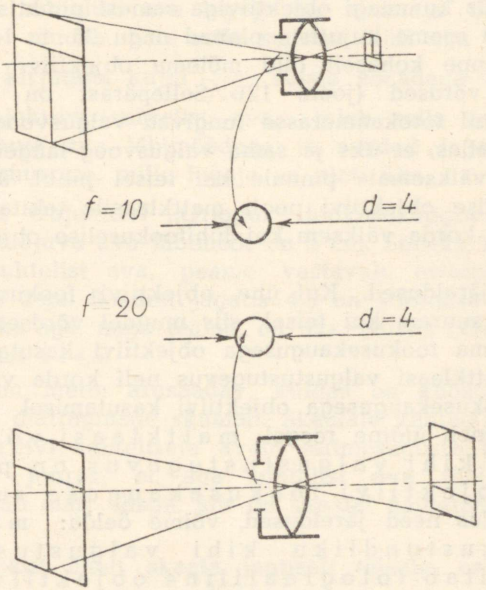
Siit on selge, et mida suurem on objektiivi mõjuva ava pindala, seda suurem on mattklaasi või plaadi valgustustugevus.



Joon. 11. Valgustustugevuse muutmine mõjuva ava vähendamise teel.

Objektiivi mõjuv ava kujutab endast ringi, ringide pindalad suhtuvad aga nagu nende raadiuste või läbimõõtude ruudud. Sellepärast on kujutise heledus mattklaasil võrdeline objektiivi mõjuva ava läbimõõdu ruuduga (joon. 11).

Ent kujutise heledus ei sõltu mitte ainult objektiivi mõjuva ava läbimõõdust.



Joon. 12. Objektiivi valgusjõu olenevus fookusekaugusest võrdse ava puhul.

Joonisel 12 on kujutatud kaks objektiivi, millede avade läbimõõdud on võrdsed, kuid ühe fookusekaugus on kaks korda suurem kui teisel. Nagu juba teame, on lineaarne suurendus (kujutise mõõtkava) võrdeline objektiivi fookusekaugusega juhul, kui pildistatava eseme kaugus objektiivist on püsiv. Seega osutub akna kõrgus teisel juhul kaks korda suuremaks kui esimesel.

Mingit eset ühest ja samast punktist pildistades saame geomeetriliselt sarnased, kuid mõõtkavalt erinevad kujutised. Sarnaste kujundite pindalad on aga võrdelised vastavate külgede ruutudega. Seega, kui ühe objektiivi fookusekaugus on kaks korda suurem kui teisel, siis pikema fookusekaugusega objektiivi poolt tekitatud eseme kujutise pindala on neli korda suurem lühema fookusega objektiivi poolt tekitatud kujutise pindalast. On aga ühe objektiivi fookusekaugus viis korda suurem kui teisel, siis kummagi objektiiviga samast punktist pildistamisel suhtuvad eseme kujutiste pinnad nagu 25 : 1.

Kokkuleppe kohaselt olid mõlema objektiivi mõjuva ava läbimõõdud võrdsed (joon. 12). Sellepärast on võrdsed ka mõlemal juhul fotokaamerasse tungivad valgusvood. Vahe seisab ainult selles, et üks ja sama valgusvoog langeb ühel juhul neli korda väiksemale pinnale kui teisel juhul. Järelikult on pikafookuselise objektiivi poolt mattklaasile tekitatud kujutise heledus neli korda väiksem kui lühifookuselise objektiivi kasutamisel.

Teeme järeldused. Kui ühe objektiivi fookusekaugus on kaks korda suurem kui teisel, siis muudel võrdsetel tingimustel on pikema fookusekaugusega objektiivi kasutamisel negatiivi või mattklaasi valgustustugevus neli korda väiksem kui lühikese fookusekaugusega objektiivi kasutamisel.

Siit tuleneb üldine reegel: mattklaasi või valgustundliku kihi valgustustugevus on pöördvõrdeline objektiivi fookusekauguse ruuduga.

Ühendades need järeldused, võime öelda: mattklaasi või valgustundliku kihi valgustustugevus, mida tekitab fotograafiline objektiiv, on võrdeline objektiivi mõjuva ava läbimõõdu ruuduga ja pöördvõrdeline fookusekaugusega.

Tähistame objektiivi fookusekauguse tähega f ja mõjuva ava läbimõõdu tähega d. Vastavalt äsja ülesseatud reeglile on objektiivi poolt tekitatud valgustustugevus mattklaasil võrdeline murruga $\frac{d^2}{f^2}$ s. t. murruga $\left(\frac{d}{f}\right)^2$.

Suhe $\frac{d}{f}$ on objektiivi mõjuva ava läbimõõdu suhe tema fookusekaugusega; seda nimetatakse objek-

tiivi suhteliseks avaks. Negatiivkihi valgustustugevus, samuti ka kujutise heledus mattklaasil on võrdeline suhtelise ava ruuduga.

Siit on selge, et objektiivi ava läbimõõdu absoluutseil suurustel ei ole otsustavat tähtsust mattklaasile tekitatud kujutise valgustustugevuse suhtes. Valgustustugevuse suurus sõltub objektiivi kahe nimetatud karakteristika suhtest, s. t. tema mõjuva ava läbimõõdu ja fookusekauguse suhtest.

Jagades suhtelise ava lugeja ja nimetaja ühe ja sama arvuga d, ei muuda meie selle suurust, küll aga võime suhtelise ava $\frac{d}{f}$ kirjutada kujul $\frac{1}{f:d}$. Teiste sõnadega — selleks, et määrata objektiivi suhtelist ava, tuleb selle fookusekaugus jagada mõjuva ava läbimõõduga ja saadud jagatis kirjutada nimetajaks murrule, mille lugeja on alati üks.

Näide. Objektiivi „Ortagoz" fookusekaugus on 13,5 cm ja suurima mõjuva ava läbimõõt on 3 cm. Selleks, et leida selle objektiivi suhtelist ava, peame vastavalt eeltoodud reeglile 13,5 jagama 3-ga. Saadud jagatis 4,5 on suhtelise ava nimetajaks, lugejaks aga, nagu teame, on üks. Niisiis „Ortagoz'i" suhteline ava on 1 : 4,5.

Nüüd on meile arusaadav, kuidas on koostatud kaasaja objektiivide diafragmade skaalad. Skaalale kantud jaotised vastavad objektiivi suhtelisele avale mitmesuguste mõjuva ava läbimõõtude juures; et aga suhtelist ava tähistava murru lugeja võrdub alati ühega, siis on skaalal näidatud ainult nimetaja.

Üleminekul ühelt skaala jaotiselt teisele, naaberjaotisele, muudetakse suhteliselt ava $\sqrt{2}$ korda. Kuid seejuures ei ole kujutise heledus mattklaasil mitte võrdeline suhtelise avaga, vaid selle ruuduga. Niisiis, kui vähendame mõjuva ava läbimõõtu $\sqrt{2}$ korda, siis väheneb kujutise heledus kaks korda.

Nagu allpool näeme, on säritusaeg pildistamisel pöördvõrdeline kujutise heledusega mattklaasil, viimane aga on võrdeline objektiivi suhtelise ava ruuduga. Sellepärast on säritusaeg pildistamisel pöördvõrdeline objektiivi suhtelise ava ruuduga.

Tänapäeva objektiivide diafragmade skaaladel võib esineda üks järgmistest arvude ridadest:

1,5; 2,8; 4; 5,6; 8; 11; 16; 22; 32
või
3,5; 4,5; 6,3; 9; 12,5; 18; 25; 36.

Kui mitte arvestada nende ridade esimest liiget, siis kujutavad nad endast geomeetrilisi ridu teguriga 1,4, s. t. $\sqrt{2}$. Niisugune ratsionaalne diafragma skaala ehitus võimaldab kiiresti määrata, kuimitu korda tuleb muuta säritusaega objektiivi mõjuva ava vähendamise või suurendamise puhul, s. t. diafragma sulgemisel või avamisel. Mainisime juba, et üleminekul ühelt diafragma jaotiselt naaberjaotisele, tuleb pildistamisel säritusaega kaks korda suurendada või vähendada.

N ä i d e. Säritustabelist leidsime, et objektiivi suhtelise ava 1 : 4,5 puhul peab säritusaeg olema $\frac{1}{200}$ sekundit. Objektiiv oli diafragmeeritud suhtelise avani 1 : 12,5. Kuidas tuleb muuta säritusaega?

Kuna suhtelisest avast 1 : 4,5 kuni avani 1 : 12,5 (vaata alumist skaalat) meie liigume skaalal kolme jaotise võrra, ja igal üleminekul naaberjaotisele muutub säritusaeg kaks korda, siis on meil vaja säritusaega üldse pikendada $2 \times 2 \times 2$, s. o. 8 korda. Seega, muutes diafragmat, peame lugema õigeks säritusajaks

$$\frac{1}{200} \times 8 \text{ sek.} = \frac{1}{25} \text{ sek.}$$

Objektiivi suurim suhteline ava osutub tema tähtsaks karakteristikaks. Fotograafid nimetavad (ebaõigesti) seda suurimat suhtelist ava „valgusjõuks".

Termin „valgusjõud" tõrjutakse ikka rohkem välja täpsema termini — suhtelise ava — poolt, mis väljendab täpsemalt objektiivi vaadeldud karakteristika mõtet ja tähendust.

3. TERAVUSSÜGAVUS.

Kontuurid on peamiseks tunnuseks, mille järgi me fotograafilisel kujutisel tuttavaid esemeid välisilmast ära tunneme. Ebateravate kontuuridega kujutis ei anna täielikku kujutlust pildistatud objektist ja kui kontuuride ähmasus veelgi suureneb, siis pole võimalik kujutises objekti hoopiski ära tunda.

Kontuurid ja vaatevälja detailide värvuste erinevused on lähtetunnuseiks, mis soodustavad esemete kiiret äratundmist ja

orienteerumist ümbritseva keskkonna vahetul tajumisel. Lameda fotograafilise kujutise juures, mis koosneb mitmesugustest akromaatilistest hallidest toonidest, on aga kontuuride teravusel otsustav tähtsus. Ebateravate kontuuridega kujutise vaatlemisel kaob meil ettekujutus tema detailidest vähemal või suuremal määral, olenedes ebateravuse astmest.

Kui teravusel on seevõrra suur tähtsus õige kujutluse saamiseks pildistatavast objektist, siis on vaja kohe algul kindlaks määrata, missugust kujutist tuleb lugeda teravaks.

Ideaalseks loetakse niisugust kujutist, millel ruumi iga punkt on kujutatud punktina ja sirgjoon sirgjoonena. Ent ükski optiline vahend, eriti fotograafiline objektiiv, ei anna sellist kujutist. Ka meie silma võrkkestal ei kujutata ruumi punkti geomeetrilise punktina. Meie silm on väga ebatäiuslik optiline vahend. Kui aga optiline riist ei anna ruumi punktidest punktilist kujutist, vaid kujutab neid punkte mitmesuguse läbimõõduga ringikestena, siis on vaja kindlaks teha, missuguse suurusega ringikesed kujutisel näivad meie silmale punktidena. Teiste sõnadega, on vaja määrata, milliseid vigu võib lubada fotograafilise kujutise teravuse suhtes.

Et fotograafilisel kujutisel punktide asemel saadakse ringikesed, see ei ole mitte ainult objektiividele omaste ebatäpsuste (aberratsioon) tulemus. Isegi kui õnnestuks konstrueerida täiesti ideaalne fotoobjektiiv, osutuks siiski tema poolt tekitatud kujutis ruumiliselt sügavast objektist rangete nõuete korral ebateravaks. Tõepoolest, sõltub ju eseme punkti ja objektiivi optilise keskpunkti vahelisest kaugusest selle punkti kujutise kaugus. Kui me saame mattklaasil eseme kujutise, mille üksikud punktid asetsevad piki objektiivi optilist peatelge, siis selgub, et kolmemõõtelisele objektile peab vastama ka kolmemõõteline kujutis.

Kuigi niisugune järeldus on loogiliselt õige, ei saa meie sellega siiski rahulduda: tasapinnalisel negatiivkihil peame saama — ja tegelikult saamegi — kolmemõõtelise objekti tasapinnalise kujutise.

Kerge on kindlaks teha, et hästi korrigeeritud objektiiviga võime saada ainult nende punktide terava kujutise, mis asuvad teravustamistasapinnas. Ent punktid, mis asuvad teravustamistasapinnast ees- või tagapool, kujutatakse mattklaasil või negatiivkihil ringikestena — nõndanimetatud hajumisringikes-

tena. Sellest selgub, et fotograafiline kujutis koosneb punktidest, mis on eseme teravustamistasapinnas asuvate punktide kujutised, ja hajumisringikestest, mis kujutavad teravustamistasapinnast ees- või tagapool asuvaid ruumi punkte.

Tekib õigustatud küsimus: missugune kujutis näib siis meile teravana?

Harilikult me vaatleme fotograafilist kujutist lugemiskauguselt. Normaalse nägemisega inimesele on trükitähe selgeks tajumiseks kõige sobivam kaugus 25—30 cm. Niisugust kaugust nimetatakse tavaliselt soodsaks nägemiskauguseks.

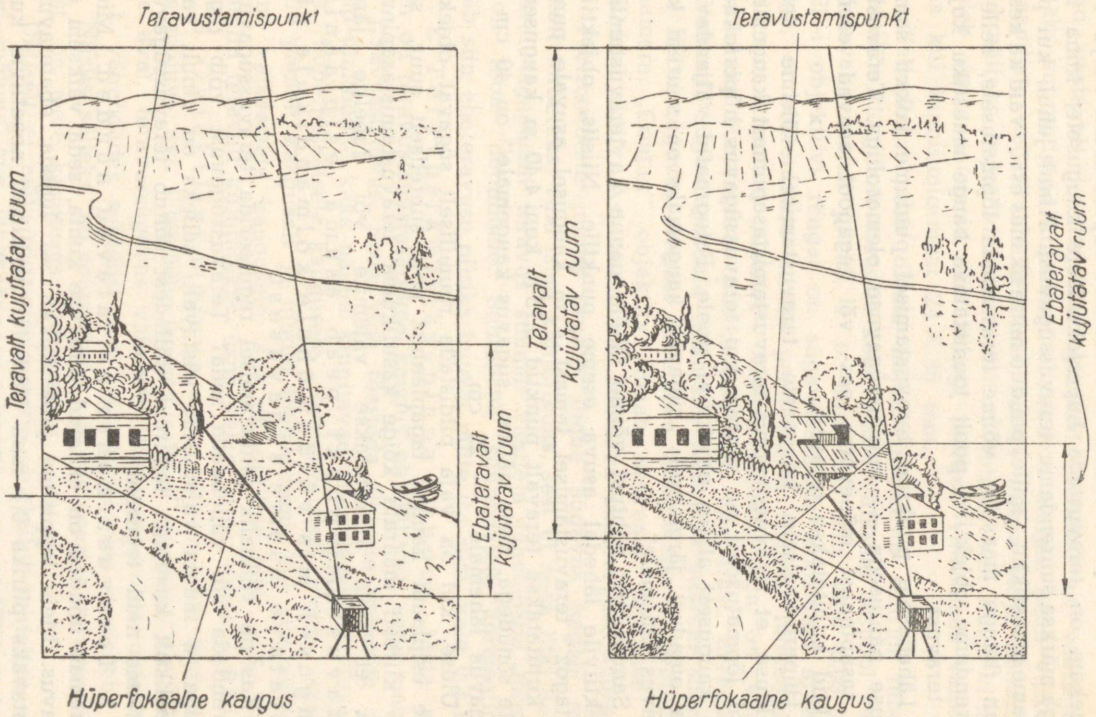
Katsed on näidanud, et kui ringikese läbimõõt ei ületa 0,1 mm ja kujutis asub vaatlemisel silmast 25 cm kaugusel, siis niisugune ringike näib normaalsele silmale punktina. Kui ringikese läbimõõtu suurendada üle nimetatud piiri, siis normaalne inimese silm ei näe enam punkti, vaid ringi.

Kui me teravustame objektiivi lõpmatusele ja luubi abil uurime saadavat kujutist, siis paneme tähele, et mitte ainult väga kauged, vaid ka suhteliselt lähedal asuvad esemed näivad meile küllalt teravatena. Vastavalt öeldule võime kinnitada, et niisugusel teravustamisel näivad teravatena need ruumipunktid, millede kujutised on mitte üle 0,1 mm läbimõõduga hajumisringikesed.

Kuna terava kujutise (ülalkirjeldatud mõttes) võib saada ka ruumiliselt sügavatest esemetest, siis seda meie nägemisvõime puudulikkusest tingitud teravalt kujutatava ruumi ulatust nimetame edaspidi t e r a v u s s ü g a v u s e k s. Niisuguse võimaluse puudumisel oleks fotograafia väga piiratult rakendatav, ning meil tuleks rahulduda kujutistega tasapinnalistest objektidest, s. t. tuleks tegelda ainult reproduktsiooniga.

Kaugust objektiivi optilisest keskpunktist kuni selle punktini optilisel teljel, millest algab nähtav teravus (teravustades lõpmatusele), nimetatakse o b j e k t i i v i h ü p e r f o k a a l s e k s k a u g u s e k s.

Kui meie ei sea oma objektiivi teravaks lõpmatusele, nagu seda tegime varem, vaid punktile, mis asub hüperfokaalsel kaugusel, siis pole raske veenduda, et sel korral objekti teravus algab punktist, mis asub objektiivist poolel hüperfokaalsel kaugusel, ja ulatub kuni objekti kaugeima punktini, s. t. kuni lõpmatuseni (joon. 13).



Joon. 13. Teravussügavuse suurenemine teravustamisel hüperfokaalsele kaugusele.

Järelikult pole kasulik teravustada lõpmatusele. Palju otstarbekam on teravustada hüperfokaalsele kaugusele, kuna me seega märksa suurendame teravussügavust. Ainult juhul, kui pildistame maastikku, millel puudub mitte üksnes esi-, vaid ka keskplaan (kauge maastik), võime teravustada lõpmatusele, sellega suurendame objektiivi poolt joonistatava kauge maastiku kujutise teravust.

Lähedasele punktile teravustamisel puutume kokku samasuguse nähtusega — teravussügavuse olemasoluga. Teravustatud tasapinnast mõnevõrra ees- või tagapool asuvad eseme punktid kujutatakse teravalt.

Hüperfokaalsele kaugusele teravustamisel võisime teha järelduse, et teravussügavus teravustamistasapinnast kaugemale (kuni lõpmatuseni) on suurem kui teravussügavus hüperfokaalsest kaugusest alates objektiivi poole. Fotograafid väljendavad seda omadust järgmiselt: „sügavus kaugemale on suurem kui sügavus lähemale".

Samasugust nähtust võime tähele panna ka teravustamisel objektiivile lähedal asuva eseme punktile. Niisiis, objektiivi „Ortagoz" teravustamisel temast 4 m kaugusel asuvale punktile kujutatakse teravalt punktid 3,75 m kuni 4,40 m kauguseni; teiste sõnadega, meie näites „sügavus kaugemale" on 40 cm ja „sügavus lähemale" — 25 cm.

Üldse, kui on vaja pildistada ruumiliselt sügavat objekti, mille esiplaani kaugus tagaplaanist pole suhteliselt suur, siis võib kiiresti määrata kõige kasulikuma teravustamistasapinna, ilma et seda arvestatakse valemite või tabelite järgi. Teravustamispunkt peab asuma esiplaanist kaugusel, mis võrdub ühele kolmandikule pildistatava eseme sügavusest.

Kas on võimalik pildistamisel reguleerida teravussügavust, suurendada või vähendada seda? Teravussügavust võib reguleerida ja muuta vajadusele vastavalt; selleks on ainult vaja oskuslikult kasutada tegureid, milledest sõltub teravussügavus. Loetleme neid tegureid.

1. Teravuse kohta esitatavad nõuded. Mida suuremad nõuded on esitatud teravuse kohta, seda väiksem on sügavus. Meie leppisime juba kokku — lugeda ebateravuse lubatavaks piiriks 0,1 mm. Väikeformaadilised negatiivid kuuluvad harilikult suurendamisele. Kuid suurendamisel suurene-

vad vastavalt ka hajumisringikesed. Selleks, et vaatleja ei saaks suurendatud kujutisest ebateravat muljet, peab väikeformaadiliste negatiivide teravuse suhtes olema palju nõudlikum kui näiteks negatiiviformaadi 9 × 12 suhtes, sest kuigi viimane tuleb suurendamisele, siis ikkagi märksa väiksemas vahekorras kui kinofilmformaat 24 × 36 mm.

Sellepärast peab olema hajumisringikeste suurim lubatav läbimõõt kinofilmformaadile kolm korda väiksem eespool vastuvõetavaks loetud piirist, s. o. mitte 0,1 mm, vaid 0,03 mm. FED-i objektiivi rõngal on sügavuseskaala koostatud arvestusega, et ebateravuse piiriks peab olema ringike läbimõõduga 0,03 mm, kaamera „Contax" sügavuseskaalal aga on võetud suurimaks ebateravuse piiriks 0,05 mm. Seepärast, arvestades „Contax'i" sügavuseskaala näitajaid, saadakse suurem sügavus kui FED-i sügavuserõngast kasutades. Sellest aga ei järeldu, et kaamera „Contax" objektiiv annab suurema sügavuse kui FED-i objektiiv. Asi seisab siin lubatava ebateravuse suuruses.

Portreevõtete juures osutub liigne sügavus sageli mitte ainult tarbetuks, vaid isegi kahjulikuks, sest et seda liiki võtete korral tagaplaani teravus suunab vaatleja tähelepanu inimese näolt fooni detailidele. Suhteliselt suurematele formaatidele võib siin ebateravuse piiriks lugeda mitte 0,1 mm, vaid 0,2 mm.

2. Teravustamistasapinna kaugus. Mida suurem on teravustamistasapinna kaugus objektiivist, seda suurem on teravussügavus. Seda võib tõestada lihtsate valemite abil, kuid ülaltoodud kaks näidet kinnitavad meie järeldust. Tõepoolest, hüperfokaalsele kaugusele teravustamisel algab teravus selle poolelt kauguselt ja ulatub lõpmatuseni; kui aga teravustame väiksemale kaugusele, siis on optilise telje lõik, mille punktid teravalt kujutatakse, üsna väike (meie näites — 0,65 m).

3. Objektiivi mõjuva ava läbimõõt. Suurendades mõjuva ava läbimõõtu (seoses sellega suureneb ka suhteline ava), teravussügavus väheneb, diafragmeerides objektiivi (s. t. vähendades suhtelist ava), teravussügavus suureneb.

Niisiis selleks, et suurendada või reguleerida teravussügavust, on meie käsutuses diafragma.

Üldiselt ei mõju sügavusele mitte objektiivi suhteline ava, vaid mõjuva ava läbimõõdu absoluutne suurus. Niisiis, kahe erineva fookusekaugusega, kuid võrdse mõjuva ava läbimõõ-

duga objektiivi teravustamisel ühele ja samale tasapinnale on teravussügavus täiesti ühesugune. Kuid lühikese fookusekaugusega objektiivi tarvitamine osutub kasulikumaks, sest mõjuvate avade võrdsete läbimõõtude puhul on lühifookuselisel objektiivil suurem suhteline ava kui pikafookuselisel.

On tarvis kõrvaldada fotograafide hulgas levinud kujutlus, nagu avaldaks objektiivi konstruktsioon mõju teravussügavusele. See ei ole õige. Kõigil hästi korrigeeritud anastigmaatidel on võrdsetes pildistamistingimustes võrdsed teravussügavused. Teiste sõnadega, kui me kasutame kahte erinevat objektiivi nii, et nende mõjuvate avade läbimõõdud ja teravustamistasapinna kaugused on ühesugused, siis on ühesugused ka teravussügavused.

Kui aga võrrelda erinevat tüüpi objektiive, näiteks monoklit (lihtne koondav lääts), hästikorrigeeritud anastigmaadiga, siis isegi võrdsetes kasutamistingimustes näib, et monoklil on suurem teravussügavus. Saladus seisab siin selles, et lihtne lääts ei anna üldse teravat kujutist. See-eest ei ole aga monokli või erilise pehmeltjoonistava objektiivi poolt tekitatud kujutisel teravaltkujutatava ruumi järske üleminekuid, mida võib tähele panna hästikorrigeeritud anastigmaadi kasutamisel.

Teravussügavuse küsimusel on määratu suur praktiline tähtsus veel seepärast, et kogu selle probleemi põhjalik tundmine võimaldab pildistada kõige suurema suhtelise avaga. Vähekogenenud fotoharrastajad, soovides saada teravat kujutist sügava objekti kõikidest osadest, püüavad objektiivi võimalikult tugevamalt diafragmeerida, kuivõrd seda võimaldavad valgustuse tingimused ja negatiivmaterjali valgustundlikkus. Selline ülemäärane diafragmeerimine viib paratamatult lameda kujutise saamisele, millel tagaplaan näib olevat liialt ligidal; niisugustel ülesvõtetel ei anta edasi õhulist perspektiivi. Sellepärast peab suhteline ava igasuguse maastiku pildistamisel olema võimalikult suurem, ent ainult niisuguses ulatuses, mis ei kahjustaks kujutise nende detailide teravust, mis peavad olema teravad. Kuidas teostada sellist otstarbekat diafragmeerimist?

Optimaalset suhtelist ava saab kasutada ainult juhul, kui teravustamistasapind valitakse õigesti. Mõistagi võib sügavat eset pildistades teravustada igale punktile. Et aga niisugusel teravustamisel saada kujutise teravust vajalikus ulatuses, peab

diafragmeerima niivõrd tugevasti, et liikuvate objektide pildistamine osutub võimatuks. Sellepärast on välja töötatud eri tabelid ja konstrueeritud sügavuseskaalad, mis kergendavad teravustamistasapinna optimaalse kauguse ja sellele kaugusele vastava suhtelise ava suuruse leidmist.

Toome teravussügavuse tabelid enimtarvitatavatele objektiividele, millisteks tuleb lugeda objektiive fookusekaugusega 10,5 cm, 13,5 cm ja 5 cm (Fed-i). Esimesele kahele on võetud ebateravuse lubatavaks piiriks 0,1 mm, FED-ile — 0,03 mm.

TERAVUSSUGAVUSE TABELID.

Objektiivi fookusekaugus on 10,5 cm. Kaamera formaat 6,5x9 cm.

Teravustamispunkti kaugus (m)	Suhteline ava						
	4,5	6,3	9	12,5	18	25	36
	Teravus algab ..... meetrist ja ulatub kuni ..... meetrini						
∞	25,0 — ∞	17,5 — ∞	12,3 — ∞	8,8 — ∞	6,1 — ∞	4,4 — ∞	3,1 — ∞
10	7,1 —16,7	6,4 —23,3	5,5 —51,4	4,7 — ∞	3,8 — ∞	3,1 — ∞	2,4 — ∞
5	4,2 — 6,2	3,9 — 7,0	3,6 — 8,3	3,2 —11,4	2,8 —24,3	2,4 — ∞	1,9 — ∞
3	2,7 — 3,4	2,6 — 3,6	2,4 — 3,9	2,2 — 4,5	2,0 — 5,7	1,8 — 8,9	1,6 —50,7
2	1,9 — 2,2	1,8 — 2,2	1,7 — 2,4	1,6 — 2,6	1,5 — 2,9	1,4 — 3,5	1,2 — 5,2
1,5	1,42— 1,59	1,39— 1,6 3	1,35— 1,70	1,29— 1,78	1,22— 1,94	1,14— 2,20	1,00— 2,5

Objektiivi fookusekaugus on 13,5 cm. Kaamera formaat 9x12 cm.

Teravustamispunkti kaugus (m)	Suhteline ava						
	4,5	6,3	9	12,5	18	25	36
	Teravus algab ..... meetrist ja ulatub kuni ..... meetrini						
∞	40,5 — ∞	29,0 — ∞	20,2 — ∞	14,4 — ∞	10,1 — ∞	7,3 — ∞	5,1 — ∞
10	8,0 —13,2	7,5 —15,2	6,7 —19,5	6,0 —31,0	5,1 — ∞	4,3 — ∞	3,4 — ∞
5	4,5 — 5,7	4,3 — 6,0	4,0 — 6,6	3,8 — 7,5	3,4 — 9,6	3,0 —15,0	2,5 — ∞
3	2,8 — 3,2	2,7 — 3,3	2,6 — 3,5	2,5 — 3,7	2,3 — 4,2	2,1 — 4,9	1,9 — 6,9
2	1,9 — 2,1	1,9 — 2,1	1,8 — 2,2	1,8 — 2,3	1,7 — 2,5	1,6 — 2,7	1,5 — 3,1
1,5	1,45— 1,56	1,45— 1,56	1,38— 1,63	1,38 —1,63	1,30— 1,85	1,30— 1,85	1,19— 2,08

Objektiivi fookusekaugus on 5 cm. Kaamera FED.

Teravustamispunkti kaugus (m)	Suhteline ava					
	3,5	4,5	6,3	9	12,5	18
	Teravus algab ..... meetrist ja ulatub ..... meetrini					
∞	23,2— ∞	18,0 — ∞	12,9 — ∞	9,0 — ∞	6,5 — ∞	4,5 — ∞
20	10,7 —146,0	9,5 — ∞	7,8 — ∞	6,2 — ∞	4,9 — ∞	3,7 — ∞
10	7,0 — 17,6	6,4 —22,5	5,6 —45,0	4,7 — ∞	3,9 — ∞	3,1 — ∞
7	5,4 — 10,0	5,0 —11,4	4,5 —15,3	3,9 —31,3	3,4 — ∞	2,7 — ∞
5	4,1 — 6,4	3,9 — 6,9	3,6 — 8,2	3,2 —11,2	2,8 —21,8	2,4 — ∞
4	3,4 — 4,8	3,3 — 5,1	3,1 — 5,8	2,8 — 7,2	2,5 —10,4	2,1 —36,0
3	2,7 — 3,4	2,6 — 3,6	2,4 — 3,9	2,3 — 4,5	2,1 — 5,6	1,8 — 9,0
2,5	2,3 — 2,8	2,2 — 2,9	2,1 — 3,1	2,0 — 3,5	1,8 — 4,1	1,6 — 5,6
2	1,8 — 2,2	1,8 — 2,3	1,7 — 2,4	1,6 — 2,6	1,5 — 2,9	1,4 — 3,6
1,75	1,63— 1,89	1,60— 1,94	1,54— 2,00	1,47— 2,17	1,38— 2,40	1,26— 2,86
1,5	1,41— 1,60	1,39— 1,64	1,34— 1,70	1,29— 1,80	1,22— 1,95	1,23— 2,25
1,25	1,19— 1,32	1,17— 1,34	1,14— 1,38	1,10— 1,45	1,05— 1,55	0,98— 1,73
1	0,96— 1,05	0,95— 1,06	1,93— 1,08	0,90— 1,13	0,86— 1,18	0,82— 1,29

TEINE OSA.

NEGATIIVMATERJALID.

4. EMULSIOONI KOOSTIS.

Järgnevat osa alustame negatiivmaterjalide koostise ja ehituse kirjeldamisega. Seejärel siirdume raskemale osale, mis on pühendatud negatiivmaterjalide fotograafiliste omaduste hindamisele, nõndanimetatud sensitomeetriale.

Sensitomeetria annab konkreetseid juhendeid materjali valikuks pildistamisel, sõltuvalt objekti iseloomust, ja ilmutamise õigeks teostamiseks, et saada kõrgekvaliteedilist negatiivi. Samuti hõlbustab ta negatiivi iseloomule vastava fotopaberi valikut ja võimaldab seega laitmatu positiivi saamist.

Tutvustades lugejat põhiliste sensitomeetriliste karakteristikatega, taotleme puhtrakenduslikke eesmärke ja seame endile sihiks — õpetada fotograafi kasutama neid andmeid oma igapäevases praktikas. Üksnes sensitomeetriliste karakteristikate täielik mõistmine võimaldab fotograafil kasutada kõiki kompositsioonilisi võimalusi, kuna kunstilise küpsuse aluseks on tehniline meisterlikkus. Kunstnik, kes tehnikat hästi valitseb, saab seda täielikult rakendada oma ideede teostamisel. Oma käsiraamatus me ei kõnele sensitomeetriliste mõõtmiste tehnikast, millega fotograafil ei tule tavaliselt kokku puutuda, vaid selgitame ainult nende terminite mõtet, millede mõistmine võib tõsta fotograafi-kunstniku töökvaliteeti.

Valgustundlikud materjalid kujutavad endast õhukest želatiinikilet, mis sisaldab valgustundlikku ainet ja asetseb tihedalt mingil alusel — klaasil, tselluloidil või paberil. Niisugune kile tekib, kui alus kaetakse nõndanimetatud fotograafilise emulsiooniga ja viimane seejärel kuivatatakse.

Tutvume lühidalt keemiliste protsessidega, mis on valgustundlikkude fotograafiliste emulsioonide valmistamise aluseks.

Teatavasti on fotograafiline emulsioon želatiin, mis sisaldab hõbebromiidi. Hõbebromiid ongi see valgustundlik aine, mille muutuste tõttu saadakse valguse toime ja vastava töötlemise tagajärjel kujutis fotografeeritavast esemest fotoplaadil või -filmil.

Fotograafilised emulsioonid sisaldavad tavaliselt peale hõbebromiidi veel väikese protsendi hõbejodiidi; mõnede fotopaberite emulsioonis leiab aga tarvitamist ka hõbekloriid.

Hõbebromiid, -jodiid ja -kloriid on liitained: nad on hõbeda keemilised ühendid broomiga, joodiga ja klooriga. Hõbebromiidi ja -kloriidi on väga lihtne saada. Teostame järgmise katse: lahustame eraldi klaasnõudes hõbenitraati (põrgukivi) ja naatriumkloriidi (keedusoola). Mõlemad lahused saadakse läbipaistvad tingimusel, kui põrgukivi lahustatakse destilleeritud vees, sest tema lahustamisele harilikus vees kaasneb hägunemine. Kui need lahused ühendada, siis toimub järgmine keemiline reaktsioon:

Naatriumkloriid	+	hõbenitraat	=	hõbekloriid	+	naatriumnitraat
(läbipaistev lahus)		(läbipaistev lahus)		(valge, kohupiimataoline sade)		(asub lahuse läbipaistvas osas)

Lähteaineteks oli meil kaks lahustuvat ainet — keedusool ja hõbenitraat; nende ühendamisel tekkis kaks uut ainet, milledest üks — hõbekloriid — ei ole vees lahustuv ning seepärast eraldub liblelise sadestisena, mis langeb lühikese aja järel nõu põhja; teine aga — vees lahustuv naatriumnitraat — jääb sadestise peal asuvasse vette. Kui naatriumkloriidi asemel võtta kaaliumbromiidi, siis saame samasuguse tulemuse, kuid sadestis ei koosne sel juhul mitte enam hõbekloriidist, vaid -bromiidist ja lahusesse jääb kaaliumnitraat.

Et veenduda nende kahe aine valgustundlikkuses, on vaja asetada nad päikesevalguse kätte, mille toimel hõbekloriid või -bromiid kiiresti tumeneb.

Fotograafias tarvitatavaid hõbeda halogeensoolasid ei saada tavaliselt mitte vesilahustes, nagu ülal kirjeldatud, vaid želatiinlahustes. Želatiin esineb õhukeste poolläbipaistvate lehtedena või väikeste tükikestena. Teda saadakse kontide, naha, sarvede või kapjade keetmise teel. Želatiini kvaliteedil on väga suur mõju emulsiooni fotograafilistele omadustele.

Et saada hõbeda halogeensoolasid želatiinis, tuleb želatiinileht lõigata kääridega väikesteks tükkideks, panna need katseklaasi ja valada üle toatemperatuurilise veega; mõne aja pärast imavad želatiinitükikesed endasse vett ja tursuvad. Katseklaasi koos želatiinitükikestega soojendatakse ettevaatlikult leegil või parem kuumas vees kuni želatiini täieliku sulamiseni. Seejärel lisatakse sellele lahusele kaaliumbromiidi lahus ja segatakse tugeva loksutamisega. Lahuse välimus seejuures ei muutu. Kui nüüd kaaliumbromiidi želatiinlahusele lisada hõbenitraadi lahust, siis tekivad hõbebromiidi kristallikesed; need aga ei sadestu katseklaasi põhja, vaid jäävad hõljuma želatiinkeskkonda, moodustades piimja vedeliku, mida ebaõigesti nimetatakse emulsiooniks. Selles emulsioonis ei saada hõbebromiidi mitte enam liblelisena, vaid väga väikeste palja silmaga nähtamatute kristallidena.

Kui emulsiooni koostisesse kuulub hõbebromiid, siis nimetatakse teda hõbebromiidemulsiooniks; on tema kooste-osaks hõbekloriid, siis hõbekloriidemulsiooniks, ja kui mõlemad esinevad koos, nimetatakse teda hõbekloriidbromiidemulsiooniks.

Kodustes oludes saadud emulsiooni valgustundlikkus on üsna madal. Emulsioone tootvates tehastes toimuvad kõik tootmisprotsessid palju keerukamalt, olgugi et valmistamise põhimõte jääb samaks. Emulsiooni tootmisprotsessi keerukus tehastes on tingitud püüdest saada kõrgetundlikke ja hästi säilivaid fotograafilisi kihte. Oma katse me teostasime käepärasuse pärast päevavalguses, kuid tehases tootmisel toimuvad kõik protsessid eranditult tumepunasel või -rohelisel valgustusel, sest tavalise valguse juures muutuks emulsioon kõlbmatuks juba tootmisprotsessi jooksul.

Valmistatud emulsioon valatakse eriliste masinate abil klaasplaatidele, tselluloidile või paberile. Kuivanud ning kõvenenud emulsioon moodustabki fotokihi — fotograafiliste plaatide, filmide ja paberite valgustundliku kihi.

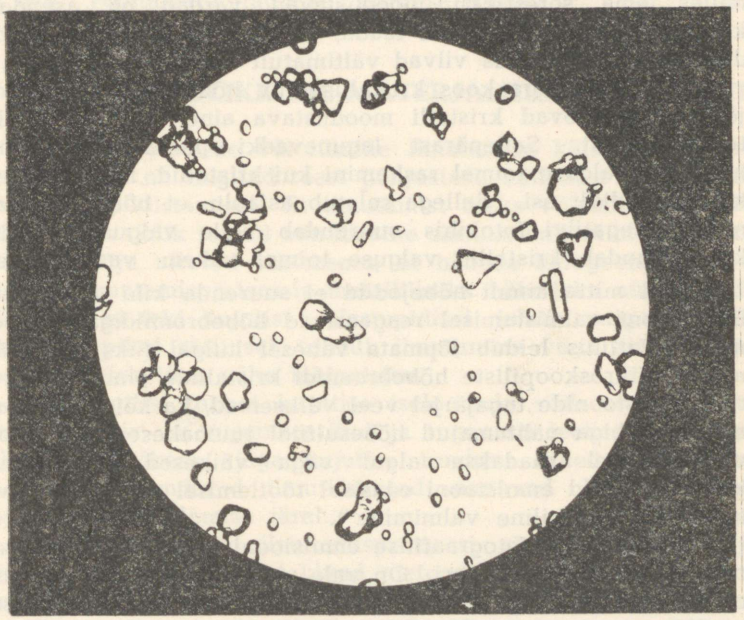
Pildistamisel tarvitatakse negatiivmaterjalina hõbebromiidfotokihti. Hõbekloriid-fotokiht on vähe valgustundlik ja selle tõttu kasutatakse teda ainult mõnede fotograafiliste paberite valmistamiseks.

5. HÕBEBROMIID-ŽELATIINIKIHT.

Fotokihi valgustundlikkuse suurus on äärmiselt oluline: mida kõrgem on fotograafilise plaadi või filmi tundlikkus, seda vähem tarvitseb fotograaf arvestada ülesvõtmisel halbu valgustustingimusi — seda enam suurenevad tema loomingulised võimalused. Kõrgetundlikud negatiivmaterjalid võimaldavad pildistamist hilja õhtul, siseruumides, kunstlikul valgustusel jne.

Kui plaadi või filmi fotograafilist kihti vaadelda läbi tugeva suurendusega mikroskoobi, siis ilmneb, et see kiht ei ole homogeenne, vaid koosneb hõbeda halogeensoolade osakestest (joon. 14). Neil osakestel (emulsiooni teradel) on kristalliline struktuur.

Hõbeda halogeensoolade kristallidel on väga mitmesugune



Joon 14. Emulsiooni terad (hõbebromiidi kristallid, suurendatud 1500 korda).

vorm. Kristallide väline kuju oleneb fotograafilise emulsiooni valmistusviisist.

Fotoplaatide valgustundliku kihi keskmine paksus on 0,016 mm. Hõbeda halogeensoolade terad asetsevad selles kihis mitmerealiselt (20-st kuni 40-ni). Terade-kristallide arv valgustundliku materjali pinna 1 cm^2 kohta on hiiglasuur ja kõigub 50-st miljonist kuni 500 miljonini. Nende kristallide mõõted, kuju, pinnaomadused ja struktuur määravad valgustundlike kihtide mitmesuguseid fotograafilisi omadusi.

Negatiivmaterjalide valgustundlik kiht sisaldab harilikult peale hõbebromiidi veel vähesel hulgal hõbejodiidi. Kui emulsiooni valmistamisel toimub terade moodustumine, siis hõbejodiid kiilub hõbebromiidi kristallidesse ning ei moodusta iseseisvaid kristalle.

Kristalli võib võrrelda suurepäraselt ehitatud hoonega, milles tema sõrestikku moodustavad vardad on asendatud külgetõmbejõududega. On teada, et igasugused mõrad ja murded ehitise sõrestikus viivad vältimatult hoone varisemisele.

Hõbebromiidiga koos kristalliseeruv hõbejodiid deformeerib jõude, mis seovad kristalli moodustava aine osi, ning rikub tema ühtlust. Sellepärast lagunevadki puhta hõbebromiidi kristallid valguse toimel raskemini kui kristallid, mis sisaldavad ka hõbejodiidi osi. Sellega seletub asjaolu, et hõbejodiidi olemasolu negatiivi fotokihis suurendab selle valgustundlikkust, kuna muudab kristallid valguse toimel vähem vastupidavaks.

Kuid mitte ainult hõbejodiid ei suurenda kihi tundlikkust. Emulsiooni valmistamisel reageerivad hõbebromiidiga sulfiidid, mida želatiinis leidub lõpmata vähesel hulgal (üks osa miljonile). Mikroskoopiliste hõbebromiidi kristallide pinnale tekivad rea reaktsioonide tagajärjel veel väiksemad, ka kõige tugevama mikroskoobiga nähtamatud hõbesulfiidi tuumakesed. Emulsiooni valmistamisel saadakse algul väga väikesed hõbebromiidi kristallid, kuid emulsiooni edasisel töötlemisel nad suurenevad, kasvavad („füüsiline valmimine").

Uhe ja sama fotograafilise emulsiooni koostises esineb suuremaid ja väiksemaid teri. On vale arvamus, et mida suuremad on terad-kristallid ja mida enam on suuri teri emulsioonis, seda tundlikum on emulsioon. Valgustundlikkuse põhjus ei peitu niivõrd kristallide suuruses, kuivõrd nende koostises ja struktuuris.

Valguse kestvamale toimele allutatud terad-kristallid hakkavad hägunema nendes tekkiva metallilise hõbeda tagajärjel. Hägunemine ei alga korraga kogu kristalli pinnal, vaid tema teatavates punktides. Hõbebromiidi lagunemist valguse toimel võib vaadelda tugeva suurendusega mikroskoobi abil.

Asjaolu, et hõbebromiidi kristallide lagunemine valguse toimel algab teatud punktidest, kinnitab oletust, et terade ehitus on ebaühtlane. Teras on peale hõbebromiidiga koos kristalliseeruva hõbejodiidi veel hõbesulfiidi ja teisi aineid. Nende osa hõbebromiidi lagunemisel on nähtavasti sarnane hõbejodiidi toimele, s. o. nende tuumakeste asukohtadel kristallides tekivad sisemised pinged, mis soodustavadki hõbebromiidi lagunemist valguse toimel metalliliseks hõbedaks ja broomiks. Need eosmoodustised ongi valgustundlikud keskused, kuna hõbebromiidi lagunemisprotsess toimub just nende ümber (vaata III osa, „Nähtamatu (latentse) kujutise loomus").

6. VALGUSTUNDLIKKUDE MATERJALIDE ILMUTAMINE.

Üksikute plaatide või filmide ilmutamise käik on erinev. See erinevus on tingitud reast põhjustest, milledest peamine on säritusaeg pildistamisel. Et ilmutamist oleks võimalik teostada, selleks on vajalik teatud minimaalne säritus, millest allapoole on valguse mõju niivõrd tähtsusetu, et hõbeda halogeensoolad ei muundu ilmutamisprotsessis metalliliseks hõbedaks ning plaadil või filmil ei teki kujutist. Vastupidisel juhul, valgustundliku kihi liiga pikal säritusel, toimub ilmutamine väga kiiresti ning negatiiv tuleb tihe, vähe läbipaistev.

Analoogilist toimet kujutise iseloomule võib avaldada ka ilmuti koostis. Kontsentreeritud ja tugevasti leelisesed ilmutid tekitavad lühikese ajaga kujutise tunduva tiheduse ja loori. Tugevasti lahjendatud ilmutilahused annavad kujutise alles väga kestva töötlemise järel.

Niisiis mõjutavad ilmutamisprotsessi säritusaja vältus ja ilmuti iseloom. Sellest tekivad metoodilised raskused valgustundlike materjalide kvaliteedi ja omaduste määramisel. Fotograafile ei piisa plaadi või filmi puhtvälisest hindamisest, kuna ta selle alusel ei saa teha õiget järeldust negatiivmaterjali tegeliku valgustundlikkuse kohta. Viimase määramine on võimalik

ainult praktilisel teel — pildistamise ja sellele järgneva ilmutamise tulemusena. Kui fotograaf kasutas pildistamisel lühikest säritusaega ja sai hea negatiivi, siis tähendab see, et plaat oli kõrge tundlikkusega; kui aga sama säritusaja juures (ühesugustes pildistamise ja töötlemise tingimustes) mõnesugusel teisel plaadisordil osutus kujutis nõrgaks, siis on selge, et plaat oli väikese tundlikkusega.

Kasutades alati ühesugust säritusaega ja negatiivkihi ühesugust valgustust ning tarvitades teatud kindlat ilmutit, on võimalik teostada plaatide ja filmide kvaliteedi võrdlevat hindamist nende valgustundlikkuse suhtes. Kuid niisugune võrdlev meetod ei ole kaugeltki täpne. Teaduslikult on välja töötatud täiuslikumad abinõud valgustundlike materjalide fotograafiliste omaduste objektiivseks määramiseks.

Seda osa fotograafia-alasest teadusest, mis tegeleb valgustundlike materjalide fotograafiliste omaduste määramisega, nimetatakse sensitomeetriaks ja selleks kasutatavaid abinõusid — sensitomeetrilisteks.

7. VALGUSTUNDLIKKUDE KIHTIDE PÕHILISED SENSITOMEETRILISED KARAKTERISTIKAD.

Fotograafilise kihi põhilisteks sensitomeetrilisteks karakteristikateks on: valgustundlikkuse aste, kontrastsuskoefitsient, fotograafiline ulatus, loori tihedus ja värvitundlikkus, õigemini spektraalne tundlikkus. Vaatleme lühidalt, milline tähtsus on neil karakteristikail fotopraktikas.

1. Negatiivmaterjalide valgustundlikkus on peamine karakteristika, millest oleneb õige säritusaja määramine.

2. Kontrastsuskoefitsient näitab, kuidas antakse edasi pildistatava objekti mitmesugused heledusastmed antud negatiivkihil.

3. Fotograafiline ulatus võimaldab valida õige negatiivmaterjali vastavalt pildistatava heledusastmiku ulatusele (suurima ja vähima heledusastme suhtele). Suur fotograafiline ulatus annab võimaluse mitmesuguste säritusaegade puhul õigesti edasi anda pildistatava objekti heledussuhteid. Viimane asjaolu võib praktilise pildistamise juures suurt tähtsust omandada.

4. Loori tihedus näitab, et on ilmutatud tunduv hulk niisu-

guseid teri-kristalle, millele valgus säritamisel pole mõjunud. Mida tihedam on fotograafiline loor, seda halvema kvaliteediga on negatiiv.

5. Negatiivmaterjali värvitundlikkuse (spektraaltundlikkuse) karakteristika võimaldab otsustada, kuivõrd õigesti annab plaat või film edasi pildistatava objekti mitmesuguseid värvitoone fotograafilise kujutise akromaatilistes (värvitutes) toonides.

Peab aga tähendama, et kõik need karakteristikad on üksteisega keerukas seoses ja sõltuvuses. Järelikult kujutise iseloomu mõjutavad kõik valgustundliku kihi karakteristikad koos.

Nagu juba öeldud, määratakse sensitomeetrilised karakteristikad säritatud plaadi või filmi ilmutamise ja sellele järgnevate mõõtmiste tulemusena. Sensitomeetriliste katsete peamisteks vahenditeks on:

a) seadis rea korrapäraste särituste andmiseks proovitavale valgustundlikule kihile — nõndanimetatud sensitomeeter;

b) ilmutamisseadis, mis aitab täpselt kinni pidada vajalikust ilmutamisrežiimist, ilmuti temperatuurist ja teistest tingimustest;

c) seadis negatiivi tumeduste, s. t. metallilise hõbeda terakeste tiheduse mõõtmiseks (seda seadist nimetatakse densitomeetriks).

Kolme niisuguse seadisega saab määrata kõik sensitomeetrilised karakteristikad peale spektraaltundlikkuse. Viimane määratakse spektrograafi abil, mis on fotokaameraga ühendatud spektroskoop.

8. ILMUTI TÜÜBI JA VALGUSALLIKA MÕJU SENSITOMEETRILISTELE KARAKTERISTIKATELE.

Valgustundlikkuse määramisel etendab peaosa valgusallikas. Ei saa mõõta tundlikkust „valguse suhtes üldse", vaid proovitava fotokihi säritamiseks tuleb valida mingi standardne valgusallikas.

Öeldu on vajalik sellepärast, et valgustundlik kiht ei reageeri ühesuguselt erineva spektraalse koosseisuga valgusele. Nii on valgustundlikkusel päevavalgusega säritamisel üks näitaja, elektrilambiga säritamisel teine ja elavhõbevalgusega säritamisel kolmas näitaja.

Fotokihi selle omaduse selgitamiseks vaatleme, mida kujutab endast valgus ja missugused võimalused on tema mõõtmiseks.

On teada, et kui värvitu päikesekiir läbib prisma, siis lahutatakse ta üksikuteks teda koostavateks põhivärvustega kiirteks (spektriks). Füüsikas iseloomustab valguskiire värvust valguslaine pikkus.

Värvuse ja valguslaine pikkuse vastavuse toome järgnevas tabelis.

Värvuse ja lainepikkuse vahekord.

Värvus	Lainepikkuste riba (millimikronites) (mμ)
Violett	390 kuni 430
Sinine	430 „ 450
Helesinine	450 „ 490
Roheline	490 „ 550
Kollane	550 „ 590
Oranž	590 „ 650
Punane	650 „ 700

Spektri erinevate värvuste vahel ei ole teravaid piire, vaid üks värvus läheb sujuvalt üle teiseks. Hõõguva keha poolt väljasaadetud kiirgusest on nähtav ainult kitsas riba. Peale nähtavate kiirte levitavad hõõguvad kehad veel nähtamatuid kiiri — ultravioletseid ja infrapunaseid. Ultravioletsetel kiirtel on lainepikkus alla 390 mμ, infrapunastel aga üle 700 mμ.

Kiirguse spektri koostis sõltub hõõguva keha temperatuurist. Mida kõrgema temperatuurini on keha kuumutatud, seda suhteliselt rohkem saadab ta välja lühilainelisi (violetseid, siniseid ja helesiniseid) kiiri. Hõõgumiseni kuumutatud keha kiirguse iseloom määratakse kindlaks värvustemperatuuriga; viimast väljendatakse Kelvini kraadides (°K), arvatuna temperatuuri absoluutsest nullist.

Me ei hakka kirjeldama, kuidas värvustemperatuuri mõõdetakse. Juhime ainult tähelepanu sellele, et värvustemperatuuri ei tohi ära segada tavalise temperatuuriga (isegi Kelvini kraadides), sest viimane näitab keha soojusastet, värvustemperatuur aga iseloomustab tema kiirguse spektri koostist. Värvuse ja tavalise (absoluutse) temperatuuri vahe on võrdlemisi väike.

Toome andmed mõnede valgusallikate värvustemperatuuri kohta:

Stearinküünal	1925° K
Poolvatt-elektrilamp	2630° K
Voltakaar	3700° K
Keskmine päikesevalgus	5000° K

Valgusallikate kiirguse spektri koostist võib jämedalt väljendada ka protsentides. Järgnevas tabelis tuuakse vastavad andmed, mis iseloomustavad elektrivalgusallikate ja päikese kiirguse koostist. Nähtav spekter on siin jaotatud kolme piirkonda: siniseks, roheliseks ja punaseks.

Valgusallikate kiirguse koostise iseloom.

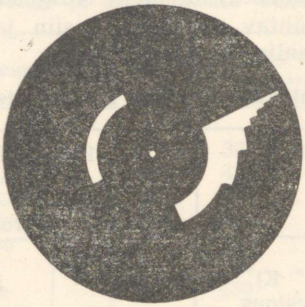
Valgusallika nimetus	Kiirte suhteline hulk (protsentides)		
	siniseid	rohelisi	punaseid
Elektrihõõglamp (2360° K)	12,0	36,0	52,0
Keskpäevane päikesevalgus (5000° K)	34,1	32,4	33,5
Kaarlamp (3700° K)	21,5	30,0	48,5

Nüüd siirdume valgusallikate vaatlemisele, mida kasutatakse sensitomeetrilistel katsetel.

Kuna rõhuv enamik ülesvõtteid teostatakse päeval, siis toimetatakse ka sensitomeetrilisi katseid valgusallika abil, mille valgus sarnaneb päikesevalgusega, s. t. mille värvustemperatuur vastab keskpäevase päikesevalguse värvustemperatuurile (5000° K).

Et niisugust värvustemperatuuri ei ole võimalik saavutada elektrilambi hõõgniidi vahenditul kuumutamisel, siis saavutatakse sellele värvustemperatuurile vastav spektri koostis kaudsel teel. Selleks otstarbeks kasutatakse elektrilampi värvustemperatuuriga 2350° K ja asetatakse selle ette eriline vedel valgusfilter. Viimane muudab lambi kiirguse spektraalset koostist, neelates ühtesid ja lastes läbi teisi kiiri. Selle tulemusena on filtrit läbinud kiirguse iseloom ligikaudu sarnane selle keha kiirguse iseloomule, mille värvustemperatuur on 5000° K. Sel kombel võib valgusfiltri abil muuta tavalise elektrilambi kiirguse spektri sarnaseks päikese kiirguse spektrile. Mõistagi on kiirguse intensiivsus seejuures palju nõrgem.

Katsetel mõjutatakse fotokihi eri osasid valgusallika ja sensitomeetri abil täpselt doseeritud valgushulkadega. Plaadi või filmi valgustamisprotsessi nimetatakse eksponeerimiseks ehk säritamiseks. Hurter & Driffieldi sensitomeeter on konstrueeritud nii, et fotokiht saab üheksa kindladoosilist valgushulka (joon. 15).



Joon. 15. Hurter & Driffieldi sensitomeetri ketas.

NSV Liidus tarvitatavad sensitomeetrid on ehitatud nii, et säritamise hetkel jääb valgusallika tugevus muutumatuks. Valgushulk (ekspositsioon) muutub sellepärast, et katsetatava valgustundliku kihi ette asetatud pöörleval kettal on üheksa erineva laiusega väljalõiget. Mida laiem on väljalõige, seda suurema hulga valgust (suurema ekspositsiooni) saab valgustundlik kiht. Kui niiviisi säritatud plaat ilmutada, siis saadakse temal üheksa erineva läbipaistvusega riba. Sellist plaati nimetatakse sensitogrammiks.

Vaatleme, mida mõistetakse sensitomeetrias termini „valgushulk" all. Nagu teada, määratakse valgusallika valgustugevust vastavates ühikutes — küünaldes. Nii räägitakse: elektrilamp on 25-küünlane, 50-küünlane jne. Kui näiteks asetame 25-küünlase elektrilambi ühe meetri kaugusele paberilehest ja oletame, et viimast valgustatakse üks sekund, siis langeb selles ajavahemikus paberile teatud hulk valgusenergiat. Kestvamal valgustamisel langeb paberile vastavalt suurem hulk valgusenergiat. Kui suurendada valgusallika kaugust paberist,

näiteks kaks korda, siis väheneb paberi valgustustugevus tunduvalt, ja nimelt — pöördvõrdeliselt kauguse ruuduga. Viimasel juhul on paberi valgustustugevus neli korda väiksem kui esimesel juhul.

Toodud näidetest võime teha järelduse, et valgushulka määravateks teguriteks on lambi valgustugevus, valgusallika kaugus ja valgustamise kestus, s. t. valgushulk on võrdeline kiirguse tugevusega ja kestusega, kuid pöördvõrdeline valgusallika kaugusega valgustatavast pinnast.[1] Valgushulka väljendatakse sekund-meeter-küünaldes, mida lühendatult märgitakse kolme ladina tähega CMS.

Selgitame öeldut veel ühe näitega: fotoplaati säritatakse kolme sekundi kestel 25-küünlase valgusallikaga, mis asetseb plaadist ühe meetri kaugusel. Järelikult saab plaat valgushulga (ekspositsiooni), mis võrdub 75-le sekund-meeter-küünlale (3 sek. × 25 küünalt = 75). Kui aga valgusallika valgustugevus on 40 küünalt, toime kestus 8 sekundit ja kaugus 4 meetrit, siis on valgushulk 20 sekund-meeter-küünalt —

$$\frac{40 \cdot 8}{4^2} = 20 \text{ CMS.}$$



Joon. 16. Sensitogrammi skemaatiline kujutis. Igale väljale vastab teatud hulk sekund-meeter-küünlaid.

Joonisel 16 on toodud (skemaatiliselt) sensitogramm, mille iga välja all on näidatud temale mõjunud valgushulk sekund-meeter-küünaldes.

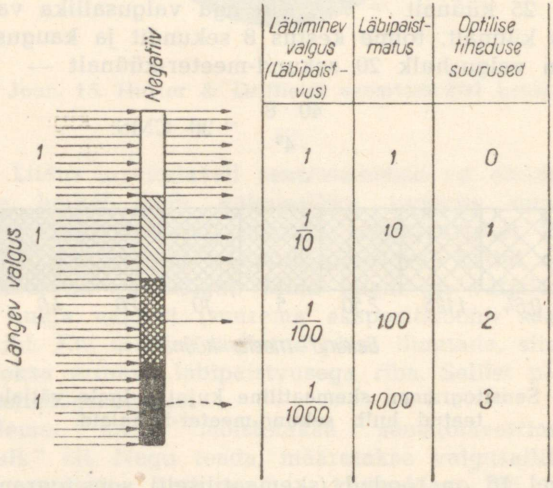
Nagu juba öeldud, sõltuvad sensitomeetrilised karakteris-

[1] See on õige sel juhul, kui: 1) valgusallikas on punktikujuline ja 2) kiired langevad valgustatavale pinnale risti.

tikad tunduval määral ilmuti koostisest.[1] Fotoplaatide sensitomeetrilisteks katseteks kasutatakse erikoostisega standardset paraamiidofenool-ilmutit, milles negatiivmaterjale ilmutatakse 8 minutit (diapositiivplaate 4 minutit); sellele järgneb kinnistamine (eri kinnistis), pesemine ja kuivatamine.

Kui sensitogrammi vaadata vastu valgust, siis on kergesti märgatav, et tema iga väli laseb läbi erineva hulga valgust. Sensitogrammi teine väli on tumedam kui esimene, kolmas tumedam kui teine jne. Fotopraktikas väljendatakse sensitogrammi, samuti aga ka negatiivi ja positiivi väljade tumedusastet tiheduse näitajaga. Mida läbipaistmatum on negatiivi või positiivi teatav väli, seda tihedam ta on, ja vastupidi, mida läbipaistvam on väli, seda väiksem on ta tihedus.

Läbipaistvus ja tihedus on omavahel kindlas matemaatilises olenevuses (joon. 17). Kui sensitogrammi väli laseb temale



Joon. 17. Läbipaistvuse, läbipaistmatuse ja optilise tiheduse vastastikuse olenevuse skeem.

[1] Tehaste poolt plaatide, filmide ja paberite proovimisel kasutatavate ilmutite koostis ja toime on igal tehasel erinev. Sellepärast ei saa nende poolt fotokihtide proovimisel saadud sensitomeetrilisi näitajaid üksteisega võrrelda.

langevast valgusest läbi ainult $^1/_{10}$ osa, siis väljendatakse tema läbipaistmatust arvuga 10, tema optilist tihedust aga — ühega.[1] Kui ta laseb läbi $^1/_{100}$ osa langevast valgusest, siis läbipaistmatus võrdub 100, optiline tihedus aga on 2; kui lasta läbi $^1/_{1000}$, siis on läbipaistmatus 1000 ja tihedus 3. Vahepealsete läbilastavate valgushulkade juures väljendub kihi optiline tihedus 0 ja 3 vahel asuvate arvudega.

Läbipaistmatuse puudumist, s. o. välja täielikku läbipaistvust väljendatakse nulliga.

Ilmutamise tulemusena tekib kihis metalliline hõbe, mille teradest moodustubki kujutis negatiivile. Mida rohkem hõbedat ladestub negatiivi mingile alale, seda läbipaistmatumaks ta muutub, seda suurema tiheduse ta omandab. Järelikult oleneb tihedusenäitaja ilmutamisel taandunud hõbeda hulgast. Teiste sõnadega, negatiivi või positiivi tihedusenäitaja oleneb kihile langevast valgushulgast, säritusaja pikkusest ja ilmutamise kestusest.

Nagu ülalpool sensitogrammi saamise kirjelduses nägime, sai tema iga väli teatava hulga valgust. Mida suurem valgushulk sensitomeetri teatavale väljale langes, seda enam tekib temal metallilist hõbedat, seda tihedamaks ta kujuneb.

Seega võime teha üldise järelduse: sensitogrammi ühe või teise välja tihedus on võrdeline hõbeda hulgaga, hõbeda hulk aga oleneb valgushulgast säritamisel.

9. VALGUSTUNDLIKKUSE MÄÄRAMINE.

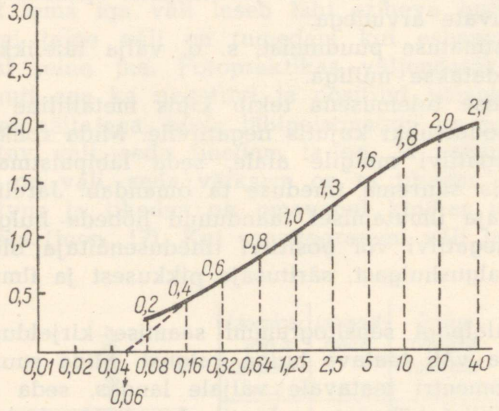
Et määrata fotokihi valgustundlikkuse näitajat Hurter & Driffieldi kraadides riista abil, mida nimetatakse densitomeetriks, tuleb mõõta sensitogrammi kõikide väljade tihedust.

Suhet valgushulkade ja neile vastavate tihedusenäitajate vahel tavatsetakse väljendada graafiliselt koordinaatteljestikus, mille abstsissteljele märgitakse valgushulk, ordinaatteljele aga mõõtmisel saadud tihedusenäitaja (graafiku hõlpsamaks koostamiseks kasutatakse valgushulkade logaritme, mitte aga nende arvulisi suurusi).

Oletame, et sensitogrammi väljade mõõdetud tihedused

[1] Neile, kes tunnevad logaritme, olgu öeldud, et optilist tihedust väljendatakse läbipaistmatuse logaritmiga.

võrduvad 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,3; 1,6; 1,8; 2,0 ja 2,1 (joon. 18). Need valgushulgad kantakse graafikule. Saadud punktid ühendatakse joonega, mida nimetatakse t u n n u s j o o n e k s. Jooniselt 18 on näha, et tunnusjoone keskosa on tunduvas ulatuses sirgjooneline. Kui seda sirgjoonelist osa pikendada kuni



Joon. 18. Sensitomeetrilise graafiku koostamise skeem. Igale valgushulgale vastab kindel optiline tihedus.

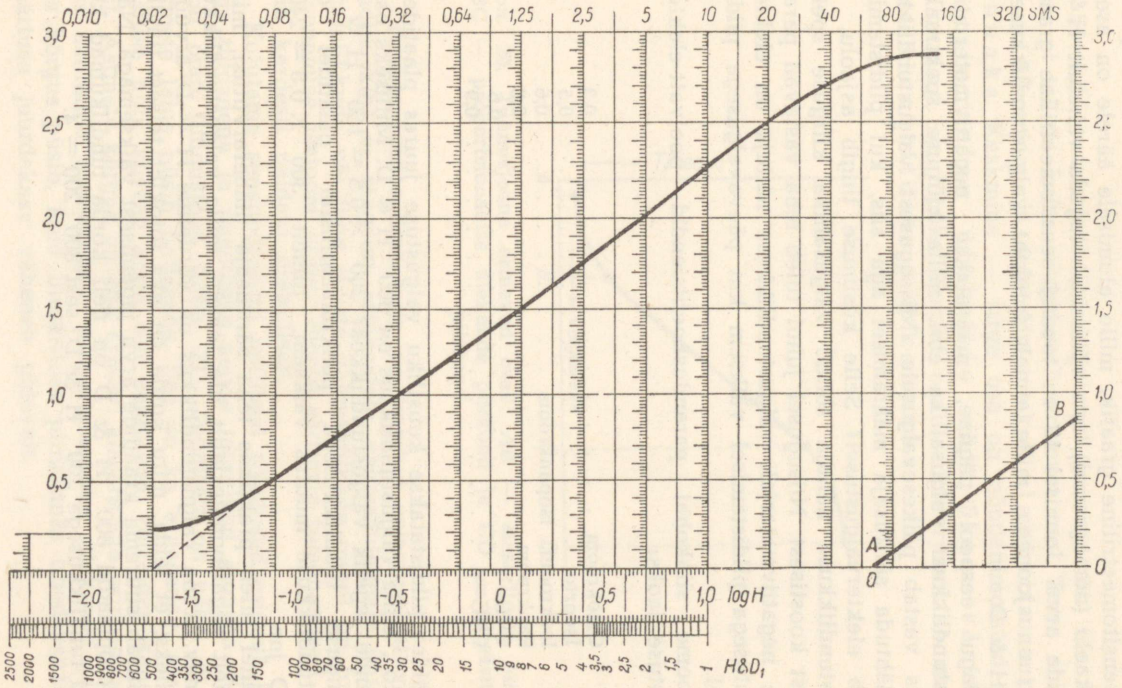
lõikumiseni abstsissteljega, siis määrame sellega nõndanimetatud i n e r t s p u n k t i. Sellele punktile vastab teatud valgushulk, mis joonisel 18 võrdub 0,06 sekund-meeter-küünlale. Valgustundlikkust tavatsetakse väljendada arvuga, mis saadakse, kui leppekoefitsient (K) jagatakse inertspunktile (H) vastava valgushulgaga, s. t. valgustundlikkus võrdub

$$\frac{K}{H_i}.$$

NSV Liidus on niisuguse koefitsiendina võetud tarvitusele arv 10. Nii on valgustundlikkuse määramiseks Hurter & Driffieldi kraadides tarvis arv 10 jagada inertspunktile vastava sekund-meeter-küünalde hulgaga.

Antud juhul (joon. 18) valgustundlikkus S_i võrdub:

$$S_i = \frac{10}{0{,}06} = 170^\circ \text{ H \& D (ümardatult).}$$



Joon. 19. Sensitomeetriline graafik koos temale kantud tunnusjoonega. Fotograafilise kihi valgustundlikkus on 500° H & D ja kontrastsuskoefitsient on 0,84.

Et pääseda igakordsest arvutamisest, on töötatud välja eriline sensitomeetriline graafik, mille alumisele äärele on asetatud skaala (nomogramm), mis võimaldab lugeda vahetult H & D kraadide arvu. Joonisel 19 on toodud sensitomeetriline graafik koos tunnusjoonega, mille annab fotokiht valgustundlikkusega 500° H & D.

Nagu eespool nägime, määratakse negatiivmaterjalide valgustundlikkust valgusallika abil, mille kiirguse spektraalne koostis vastab päikesevalgusele. Missugusest valgustundlikkusest lähtuda säritusaja määramisel aga siis, kui pildistamine toimub elektervalgustusel? Selle küsimuse tingib asjaolu, et valgustundlikkuse näitaja sõltub valgusallika kiirguse spektraalsest koostisest. Niisugusel juhul tuleb teha vastavad parandused; negatiivmaterjali valgustundlikkuse näitaja on elektervalgustusega pildistamisel väiksem kui päevavalgusega pildistamisel.

Toome siinkohal paranduskoefitsiendid poolvatt-elektervalgustuse jaoks:

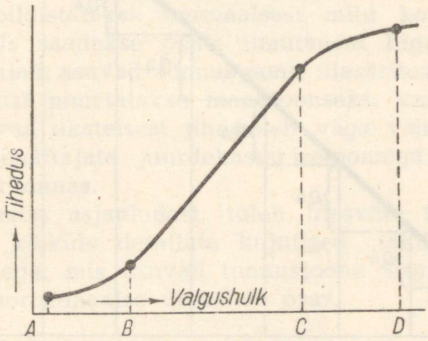
Ortokroom	0,3
Isoorto	0,5
Isokroom, isopankroom	0,6
Pankroom	0,8
СЧС—1	0,6
СЧС—4	0,9

Näide: pildistatakse kunstliku valgustuse juures plaatidele „isoorto", mille valgustundlikkus on 300° H & D. Milliseks osutub nende tegelik valgustundlikkus? $300° \times 0{,}5 = 150°$ H & D. Samasuguse tundlikkusega pankromaatilistel plaatidel on valgustundlikkuse muutus väiksem, nimelt $300° \times 0{,}8 = 240°$ H & D jne.

Vahel tuleb praktikas teha säritusaja ümberarvutusi, minnes ühelt negatiivmaterjalilt üle teisele, mille valgustundlikkus on erinev. Kuna valgustundlikkus on võrdeline H & D arvuga, siis selleks, et leida, mitu korda on üks fotokiht teisest tundlikum, piisab suurema kraadide arvu jagamisest väiksemaga. Näiteks, fotoplaadid 800° H & D on neli korda tundlikumad kui plaadid tundlikkusega 200° H & D, sest $800 : 200 = 4$.

10. TUNNUSJOON.

Fotokihi tunnusjoon on kujutatud joonisel 20. On kerge näha, et tal on kolm märgatavalt erinevat osa. Tema alumine osa on kõverjoon ja seda nimetatakse alasärituse piirkonnaks. Keskmine — sirge osa on nõndanimetatud proportsionaalse ülekande ehk õige särituse piirkond. Ja lõpuks ülemist osa — kõverjoont — nimetatakse ülesärituste piirkonnaks.



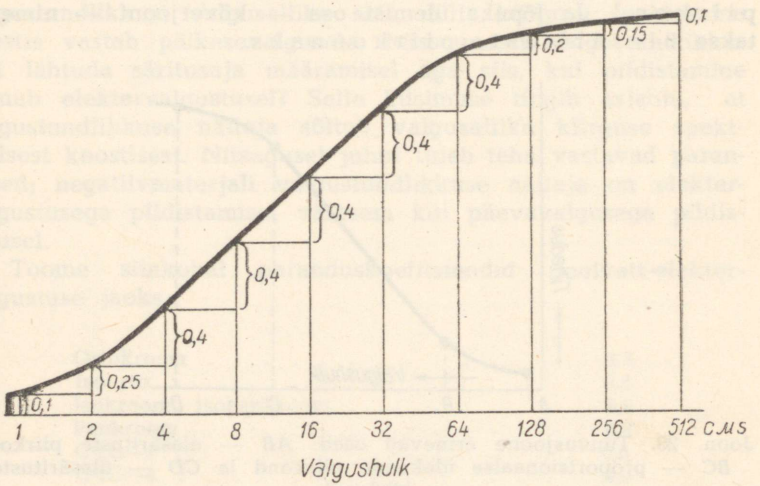
Joon. 20. Tunnusjoone erinevad osad: *AB* — alasärituste piirkond, *BC* — proportsionaalse ülekande piirkond ja *CD* — ülesärituste piirkond.

Tunnusjoone selline kuju on tingitud asjaolust, et valgustundlik kiht ei reageeri erinevatele valgushulkadele ühteviisi. Puudulikkude või liiga suurte valgushulkade puhul on fotokihi tumenemise iseloom erinev õigete särituste tumenemisest. Seda võib kergesti näidata graafiliselt.

Kujutame sensitogrammi optilised tihedused erineva kõrgusega tulpadena ja ühendame nende teravikud joonega. Saadud joon ongi tunnusjoon (joon. 21). Jooniselt on näha, et trepi astmete laius püsib ühtlasena. See on ka arusaadav, sest valgustuse hulk kasvab kogu aja eelmisega võrreldes kahekordselt. Astmete kõrgus on aga erinev: alasärituste piirkonnas kõrgus suureneb aste-astmelt, proportsionaalse ülekande piirkonnas kõrgus püsib, kuid ülesärituse piirkonnas tihedusenäitajate väärtuse juurdekasv väheneb pidevalt.

Sellest võib teha kaks praktilist järeldust:

1. Kui fotograafiline ülesvõte teostatakse alasäritusega, s. t. kui fotokihi üksikud alad ei saa küllaldast valgushulka, siis me saame pildistatava süžee heledusastmiku moonutatud ülekande.



Joon. 21.

Kui ülesvõte teostada alasäritusega, siis osutuvad objekti kujutise detailide tihedused puudulikeks ja asetsevad tunnusjoone alasärituse piirkonnas. Nagu jooniselt 21 nähtub, toimub selles piirkonnas optiliste tiheduste juurdekasv ebavõrdeliselt, olgugi et valgustuse hulk suureneb ühtlaselt, järelikult ei vasta negatiivkujutise tumenemisastmik objekti detailide heledusastmikule.

2. Kui negatiivi tihedusenäitajad asuvad proportsionaalse ülekande piirkonnas, siis toimub objekti detailide heledusastmiku ülekanne negatiivile moonutamatult.

Tõepoolest, kuna tunnusjoone sirgjoonelises osas toimub tihedusenäitajate suurenemine igal pool ühtlaselt, siis on ükskõik, millisel sirgjoone osal asuvad antud negatiivi tihedusenäitajad (tiheduse intervall); tähtis on ainult see, et objekti kõik

heledusastmed oleksid kujutatud tihedusenäitajatega, mis asuvad tunnusjoone sirgjoonelisel osal.

Me võime teostada ülesvõtte erinevate säritusaegadega, kusjuures kujutise heledusastmik ei muutu ja vastab igakord tegelikkusele; negatiivid erinevad siis ainult tiheduse keskmise näitaja poolest. Negatiivi tiheduse suurenemine ainult pikendab mõningal määral säritusaega kopeerimisel.

3. Kui negatiivi tihedusenäitajad asuvad ülesärituste piirkonnas, siis moonutub jällegi süžee heledusastmiku ülekanne.

Kui eset pildistatakse normaalsest mitu korda suurema säritusajaga, siis saadakse peale ilmutamist liiga tihe kujutis ja tihedusenäitajad asuvad tunnusjoone ülesärituste piirkonnas. Niisugust kujutist nimetatakse monotoonseks, kuna tema üksikud alad erinevad üksteisest tiheduselt väga vähe. See nähtus seletub tihedusenäitajate juurdekasvu iseloomuga sensitogrammi ülesärituste piirkonnas.

Lähtudes neist asjaoludest, tuleb ülesvõte teostada alati nii, et objekti kõikide detailide kujutised tekiks niisuguste tihedusenäitajatega, mis asuvad tunnusjoone sirgjoonelises piirkonnas — proportsionaalse ülekande osas.

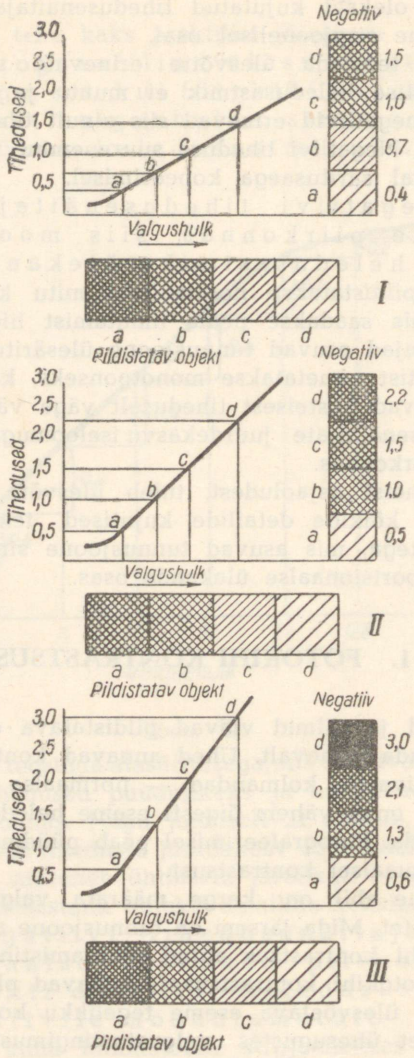
11. FOTOKIHI KONTRASTSUS.

Fotoplaadid ja -filmid võivad pildistatava eseme detailide heledusi kujutada erinevalt. Ühed annavad kontrastse kujutise, teised kontrastivaese, kolmandad — normaalse kontrastsusega, s. t. kujutavad enam-vähem õigesti eseme heledusastmiku visuaalset vahekorda. Fotografeerimisel peab püüdma õigesti edasi anda süžee visuaalset kontrastsust.

Tunnusjoone abil on kerge määrata valgustundliku kihi kontrastsuse astet. Mida järsem on tunnusjoone asend, seda suurem on fotokihi kontrastsus antud ilmutamistingimuste juures.

Sõltuvalt fotokihi kontrastsusest annavad plaadid ja filmid erinevalt edasi ülesvõetava eseme tegelikku kontrastsust.

Oletame, et ühesugustes valgustustingimustes teostatakse ülesvõte hallist skaalast kolmele erinevate omadustega fotokihile. Nende kihtide tunnusjooned on kujutatud joonisel 22 (I, II ja III). Kuna kõigil kolmel juhul toimub pildistamine ühe-



Joon. 22. Süžee heledusastmiku edasiande iseloom sõltuvalt valgustundliku kihi kontrastsusest: I — pehme, II — normaalne ja III — kontrastne

sugustes tingimustes, siis langeb valgustundlikule kihile skaala igalt alalt võrdne valgushulk sekund-meeter-küünaldes. Kui võrdsetele valgushulkadele vastavatest punktidest tõmmata vertikaaljooned, siis lõikavad need iga tunnusjoont eri punktis. Tunnusjoone igale punktile vastab teatud optiline tihedus, mille suurust on lihtne leida ordinaatteljelt, kuhu on märgitud tihedusenäitajad.

Saame järgmised andmed kõigi kolme tunnusjoone kohta:

Väli	Fotokiht		
	I	II	III
a	0,4	0,5	0,6
b	0,7	1,0	1,0
c	1,0	1,5	2,1
d	1,5	2,2	3,0

Nagu neist arvudest on näha, annab iga fotokiht pildistatava objekti edasi erineva tihedusastmikuga. Kui neid kujutada graafiliselt, siis saame kolm erineva visuaalse kontrastsusega skaalat (vt. joonisel 22 graafikute I, II ja III parempoolset osa).

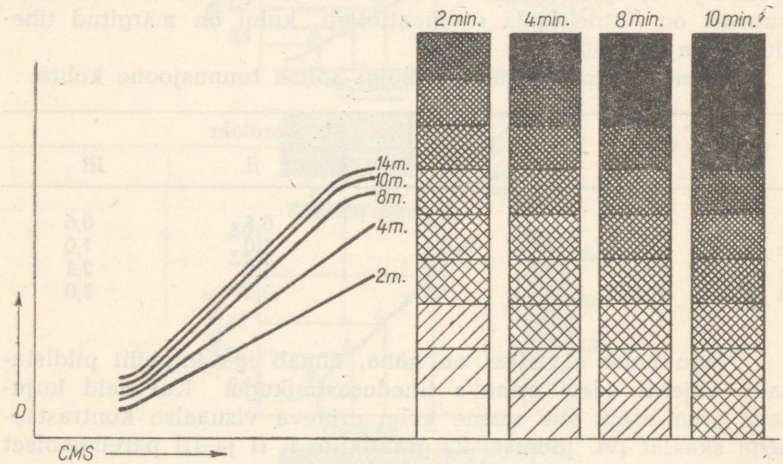
Esimene fotokiht annab skaala edasi väiksema kontrastsusega, teine kujutab seda täpselt, kolmas aga suurendatud kontrastsusega. Järelikult on esimene fotokiht vähekontrastne (ehk nagu öeldakse, pehmelttöötav), teine normaalne ja kolmas on kontrastne (või järsulttöötav).

Kujutise kontrastsus oleneb peale valgustundliku kihi omaduste veel tunduval määral ilmutamise tingimustest. Mida kauem kestab ilmutamine, seda kontrastsemaks muutub kujutis. Lühiaegsel ilmutamisel saadakse väikesed tihedused, pikema kestusega ilmutamisel aga tihedused suurenevad, kusjuures tiheduste erinevus naaberväljade vahel suureneb, s. t. kontrastsus suureneb (joon. 23). Ent see seaduspärasus on kehtiv ainult teatud piirini, mille ületamisel kontrastsuse suurenemine lakkab.

Edasisel ilmutamisel hakkab kontrastsus tekkiva loori tagajärjel vähenema.

Niisiis oleneb objekti detailide heledus fotokihi kontrastsuse astmest. Fotokihi kontrastsuse näitajat saab kergesti määrata

sensitomeetrilise graafiku järgi. Selleks tõmmatakse graafiku horisontaalteljel olevast punktist *O* sirgjoon *AB*, mis on paralleelne tunnusjoone sirgjoonelisele osale (joon. 19). Selle joone ja ordinaattelje lõikumispunkt näitab valgustundliku kihi kontrastsuskoefitsiendi suurust.



Joon. 23. Kujutise kontrastsuse muutumine sõltuvalt ilmutamise kestusest. Valgustus oli kõikidel juhtudel ühesugune.

Normaalse koostisega metoolhüdrokinoon-ilmutiga ilmutamisel loetakse fotokihte, mille

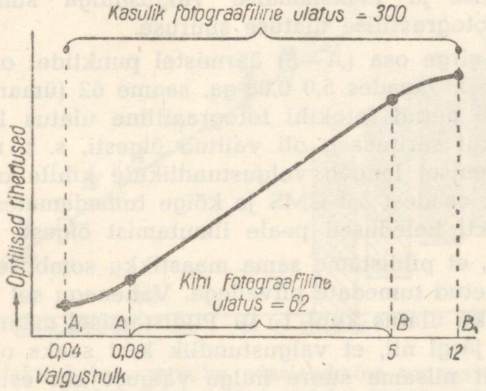
kontrastsus on alla 1,0 — pehmeteks;
" " " 1,0—1,2 — normaalseteks;
" " " 1,3—1,5 — kontrastseteks;
" " " üle 1,5 — eriti kontrastseteks.

Fotopraktikas tähistatakse kontrastsuskoefitsienti lihtsuse mõttes kreeka tähega γ (gamma).

12. FOTOGRAAFILINE ULATUS.

Fotograafiline ulatus on olulisemaid sensitomeetrilisi karakteristikaid. Pildistatava objekti heledusastmiku täpseks edasiandmiseks peab negatiivmaterjali fotograafiline ulatus vastama objekti heledusastmiku ulatusele. Tavalised objektid on suure

heledusastmiku ulatusega. Toome mõned näited. Esiplaanita maastiku kõige sügavamate varjude suhe kõige heledamate detailidega (näit. taevaga) võrdub 1 : 40 kuni 1 : 60 (üheks on võetud varjude heledus). Seda suhet nimetatakse objekti heledusastmiku ulatuseks. Kui taevas on kaetud valgete pilvedega, siis võib objekti heledusastmiku ulatus võrduda 1 : 1000, juhul aga, kui pildistatakse pimedas toas vastu akent, siis võib pildistatava objekti heledusastmiku ulatus olla veel suurem.



Joon. 24. Valgustundliku kihi fotograafilise ulatuse määramise skeem.

Mida suurem on pildistatava objekti heledusastmiku ulatus, seda kontrastsem on see objekt. Ülaltoodud näidetes oli kõige kontrastsem objekt pime tuba heledalt valgustatud aknaga ja kõige ebakontrastsem — maastik pilves taevaga.

Järelikult iseloomustab objekti kontrastsust tema minimaalse ja maksimaalse heleduse vahekord. Seda suhet nimetatakse ka objekti ulatuseks.

Fotograafi tehniliseks ülesandeks ongi kujutada ülesvõttel kõige heledamate valguste detaile ja samaaegselt kõige sügavamate varjude detaile nii, et kujutist vaadeldes tekiks samasugune mulje, nagu tekib looduses oleva objekti vaatlemisel Selle, mõnikord väga raske ülesandega aitab meid toime tulla negatiivmaterjali sobiv fotograafiline ulatus.

Ka see sensitomeetriline suurus määratakse kindlaks tunnusköveral. Meenutagem, et tunnusjoone igale punktile vastab teatud kindel valgushulk: alumisele osale — vähim, ülemisele — suurim. On selge, et tunnusjoone sirge osa äärmistele punktidele vastavad valgushulgad näitavad, kui suuri objekti heledusvahekordi antud negatiivmaterjal on suuteline edasi andma. Selleks tuleb lasta sirge osa äärmistest punktidest ristjooned abstsissteljele (joon. 24).

Minimaalse ja maksimaalse valgushulga suhe määrabki emulsiooni fotograafilise ulatuse suuruse.

Näiteks sirge osa (*A*—*B*) äärmistel punktidel on valgushulgad 0,08 ja 5,0. Jagades 5,0 0,08-ga, saame 62 (ümardatult), järelikult võrdub antud fotokihi fotograafiline ulatus 1 : 62.

Seega, kui säritusaeg oli valitud õigesti, s. t. nii, et maastiku pildistamisel langeb valgustundlikule kihile objekti kõige heledamatest osadest 5,0 CMS ja kõige tumedamatest 0,08 CMS, siis on objekti heledused peale ilmutamist õigesti edasi antud.

Oletame, et pildistame sama maastikku sombuse ilmaga, kui taevas on kaetud tumedate pilvedega. Vähenegu sel juhul objekti heledusastmiku ulatus kuni 1 : 10. Pildistamisel määrame säritusaja varjude järgi nii, et valgustundlik kiht saaks objekti tumedatelt osadelt niisama suure hulga valgust kui esimesel juhul, s. t. 0,08 CMS. Objekti heledusulatuse vähenemise tõttu annavad aga objekti heledamad osad ainult 0,8 CMS. Kui säritusaega suurendame kahekordselt, siis saab valgustundlik kiht 2 korda suuremad valgushulgad, s. o. 0,16 CMS ja 1,6 CMS; kui kolmekordselt, siis 0,24 CMS ja 2,4 CMS; kui neljakordselt, siis 0,32 CMS ja 3,2 CMS; kui viiekordselt, siis 0,40 CMS ja 4 CMS, ja lõpuks, kui kuuekordselt, siis 0,48 CMS ja 4,8 CMS.

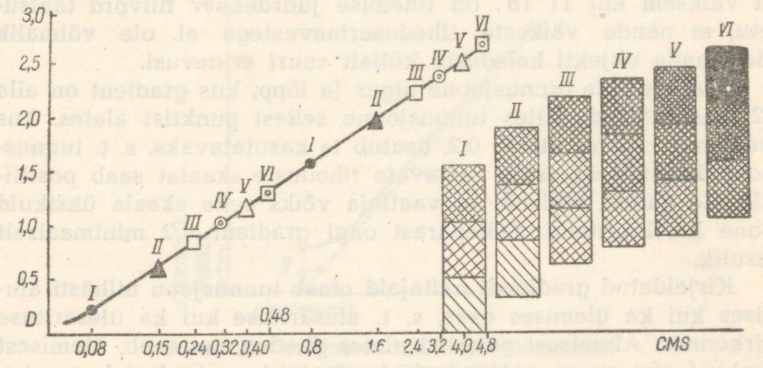
Nagu jooniselt 25 nähtub, vastavad kõigil neil juhtudel saadud valgushulgad tunnusjoone sirgele osale, mis teatavasti annab objekti heledusvahekordi edasi moonutamata. Järelikult annaksid toodud juhul kõik kuus säritusaega normaalsete omadustega negatiivi, ent minimaalse särituse juures oleks negatiivi üldine tihedus väike, maksimaalse juures aga märksa suurem.

Sellest võib teha väga tähtsa järelduse: m i d a s u u r e m o n n e g a t i i v m a t e r j a l i f o t o g r a a f i l i n e u l a t u s v õ r r e l d e s o b j e k t i h e l e d u s a s t m i k u u l a t u s e g a, s e d a k e r g e m o n s ä r i t u s a j a m ä ä r a m i n e, s e s t m õ n i n-

gane kõrvalekaldumine optimaalsest säritusest ei põhjusta ei ala- ega ka ülesäritust.

Eeltoodud kaalutlustest on kerge teha veel kaks järeldust:

1. Kui objekti heledusastmiku ulatus on võrdne negatiivmaterjali fotograafilise ulatusega, siis tuleb säritusaeg objekti õigeks kujutamiseks määrata väga täpselt, sest isegi väike kõrvalekaldumine „õigest" säritusest annab ala- või ülesärituse.



Joon. 25. Objekti heledusastmiku edasiandmine tunnusjoone sirgjoonelise osa erinevatel aladel juhul, kui objekti heledusastmiku ulatus on väiksem fotograafilisest ulatusest. Paremal — objekti edasiande iseloom tunnusjoone sirgjoonelisel osal, kui tema heledusulatus on 1 : 10.

2. Kui objekti heledusastmiku ulatus on suurem valgustundliku kihi fotograafilisest ulatusest, siis on objekti heledusastmiku täpne edasiandmine võimatu. Määrates säritusaja objekti heledate laikude järgi, saame mujal tugeva alasärituse, varjude järgi määrates aga — suure ülesärituse; kui aga särituse objekt määratakse keskmiste heleduste järgi, siis kasutatakse peale tunnusjoone sirgjoonelise osa veel ala- ja ülesärituse piirkondi. Hoolimata objekti heleduste moonutatud ülekandest, võib viimasel juhul siiski saada rahuldavate omadustega positiivi. See on maksev enamasti siis, kui objekti keskmiste heledustega alad osutuvad teema suhtes tähtsateks.

Selleks, et kindlaks määrata säritusaja lubatava kõikumise piire, on küllalt, kui fotograafilise ulatuse näitaja jagada objekti heledusastmiku ulatuse näitajaga.

TRÜ Raamatukogu

Fotopraktikas kasutatakse sageli peale tunnusjoone sirgjoonelise osa veel alasärituste piirkonda. Seda piirkonda on võimalik ära kasutada alates punktist, mille juures tunnusjoonel on nõndanimetatud minimaalkasulikkuse gradient, mis võrdub 0,2.

Teatavasti nimetatakse kõverjoone mingi punkti gradiendiks selles punktis kõverale tõmmatud puutuja ja abstsisstelje vahelise kaldenurga tangensit. Gradiendile suurusega 0,2 vastab nurk 11°18′. Tunnusjoone nendes piirkondades, kus puutuja kaldenurk on väiksem kui 11°18′, on tiheduse juurdekasv niivõrd tähtsusetu, et nende väikeste tiheduserinevustega ei ole võimalik edasi anda objekti heleduste küllalt suuri erinevusi.

Seega ei ole tunnusjoone algus ja lõpp, kus gradient on alla 0,2, kasutatavad. Alles tunnusjoone sellest punktist alates, kus gradiendi väärtus ületab 0,2, osutub ta kasutatavaks, s. t. tunnusjoone keskmisele osale vastavate tiheduste skaalat saab positiivile üle kanda selliselt, et vaatleja võiks selle skaala üksikuid toone hästi eritella. Sellepärast ongi gradient 0,2 minimaalselt kasulik.

Kirjeldatud gradiendi näitajaid omab tunnusjoon niihästi alumises kui ka ülemises osas, s. t. alasärituse kui ka ülesärituse piirkonnas. Alumisest punktist alates tihedus suureneb, ülemisest punktist alates aga väheneb. Kui märgitud punktidest lasta ristjoon abstsissteljele (joon. 24), siis joonlõik A_1B_1 väljendab kasulikku fotograafilist ulatust. Meie näites punktidele A_1 ja B_1 vastavad valgushulgad 0,04 ja 12, jagades 12 0,04-ga saame 300. Suhe 1:300 väljendabki kasulikku fotograafilist ulatust.

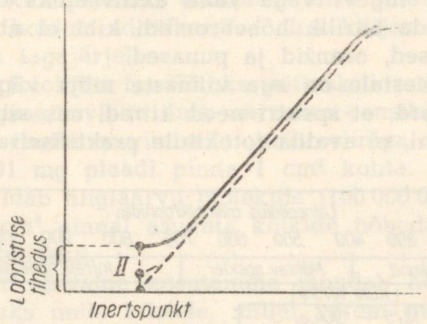
13. FOTOGRAAFILINE LOORISTUS.

Ilmutamisprotsessis ei taandata mitte ainult need hõbeda halogeensoolade terad, milledele on mõjunud valgus, vaid osaliselt ka valgusest mõjutamata terad. Viimane asjaolu põhjustabki fotograafilise looristuse tekkimise. Mida tihedam on fotograafiline looristus, seda halvem on fotonegatiiv.

Selgitame täpsemalt, miks ei ole looristus negatiivil soovitav. Oletame, et on kaks fotograafilist kihti, milledest ühel on looristus (joon. 26), teisel seda aga praktiliselt ei ole. Nagu joonisest nähtub, on neil kahel valgustundlikul kihil ühesugune tundlikkus H & D järgi. Ent teine kiht annab paremini edasi detaile alasärituste piirkonnas (varjudes), kuna me isegi väikeste valgus-

hulkade puhul saame tunnusjoonel tiheduse juurdekasvu. Esimesel kihil aga ei tekita väikesed valgushulgad tiheduse juurdekasvu, sest et looristus takistab seda.

Seega võimaldab fotograafilise looristuse tiheduse tundmine juba ette kindlaks määrata, kuidas valgustundlik kiht annab edasi varjude detaile. Mida nõrgem on looristus, seda kergem on minimaalse särituse juures saada hästi detailiseeritud varjudega



Joon. 26. Valgustundlikkuse vähenemine looristuse tagajärjel.

negatiive. Mida tugevam on looristus, seda pikem peab olema säritus, et kindlustada peenimate detailide läbitöötamist varjudes. Seejuures aga hävivad paratamatult detailid heledatel aladel.

Neist kaalutlusist võime järeldada, et fotograafiline looristus tingimata vähendab kasulikku fotograafilist valgustundlikkust ja ulatust. Järelikult on looristus igasuguste pildistamistingimuste juures valgustundliku kihi puuduseks. Lõpuks, mida tugevam on looristus, seda pikem peab olema säritus positiivi kopeerimisel.

Fotograafilise looristuse tihedusenäitaja oleneb fotokihi omadustest ja ilmutamise kestusest. Mida suurem on valgustundlikkus, seda tihedam on tavaliselt looristus. Plaatide ja filmide fotograafilise looristuse tihedusenäitaja kõigub 0,06-st kuni 0,24-ni.

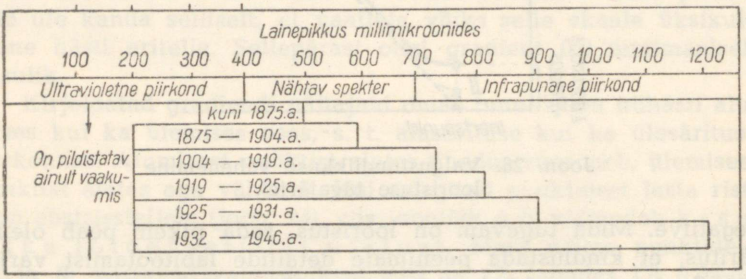
Plaadid, mille looristuse tihedus on üle 0,3, ei kõlba enam hästi töötlemiseks.

Looristuse tihedust määratakse sensitogrammi selle välja järgi, millele valgus ei ole mõjunud, kusjuures selle välja tihedusenäitajast lahutatakse fotokihi värvuse tihedus. Looristuse tihedusenäitajat tähistatakse sensitomeetrias sümboliga D_0.

14. FOTOGRAAFILISTE NEGATIIVMATERJALIDE SPEKTRAALNE TUNDLIKKUS.

Hõbeda halogeensoolad (hõbekloriid, -bromiid ja -jodiid) absorbeerivad peamiselt spektri lühilainelisi kiiri, s. o. ultravioletseid, violetseid ja siniseid. Kuna valgustundlikule kihile on keemiliselt aktiivse toimega ainult need kiired, mida see kiht absorbeerib, siis on ultravioletsete, violetsete ja siniste kiirte toime fotokihile tugev; väga vähe aktiivseteks osutuvad aga need kiired, mida harilik hõbebromiidi kiht ei absorbeeri, s. t. rohelised, kollased, oranžid ja punased.

Silma võrkkestale on aga viimaste mõju väga tugev. Nii kujunebki olukord, et spektri need kiired, mis silmale mõjuvad kõige tugevamini, ei avalda fotokihile praktiliselt mingit toimet.



Joon. 27. Edusammud spektraalse tundlikkuse laiendamise alal.

Nii andsid kaua aega fotoplaadid ja filmid oma puuduliku spektraalse tundlikkuse tõttu ebaõigesti, moonutatult edasi pildistatava eseme värvuste heledusvahekordi.

Kümnete aastate jooksul ei õnnestunud hõbebromiidželatiinfotokihti muuta tundlikuks pikalainelistele kiirtele, kuni viimaks 1873. a. prof. Vogel juhtis tähelepanu asjaolule, et mõningate orgaaniliste värvainete lisamine valgustundlikule emulsioonile suurendab tema tundlikkust pikalaineliste kiirte suhtes.

Neid aineid nimetas ta k r o m a a t i l i s t e k s s e n s i b i l i s a a t o r i t e k s.

Sellest ajast peale on spektraalne sensibilisatsioon teinud hiiglaslikke edusamme: on leiutatud sajad sensibilisaatorid ja

spektraalse sensibilisatsiooni piirid on laienenud kaugele üle nähtava spektri. Joon. 27 näitab saavutatud edusamme piltlikult.

Juba Vogelile oli selge, et värvaine sensibiliseeriva toime põhiliseks tingimuseks on tema tihedaim ühendus hõbeda halogeensoolade mikrokristallidega. Sensibilisatsioon on orgaanilise värvaine — sensibilisaatori — adsorbeermise resultaat hõbeda halogeensoola kristallide poolt.

Adsorptsiooninähtus kujutab endast ühe aine väga õhukese kihi (ühe molekuli paksuse) tekkimist teise aine pinnale. Adsorbeeritav aine hoidub adsorbeeriva aine küljes elektrostaatilise külgetõmbejõu tagajärjel.

Et muuta fotokihti tundlikuks mitteaktiinsetele kiirtele, on vaja lisada lõpmata väike hulk värvainet-sensibilisaatorit. Näiteks plaadi sensibiliseerimiseks erütrosiiniga võetakse seda värvainet 0,001 mg plaadi pinna 1 cm^2 kohta. See väike hulk värvainet sisaldab hiiglaarvu molekule (100 000 000 000 000), millest piisab 1 cm^2 pinnal asuvate kõikide hõbeda halogeensoola kristallide katmiseks.

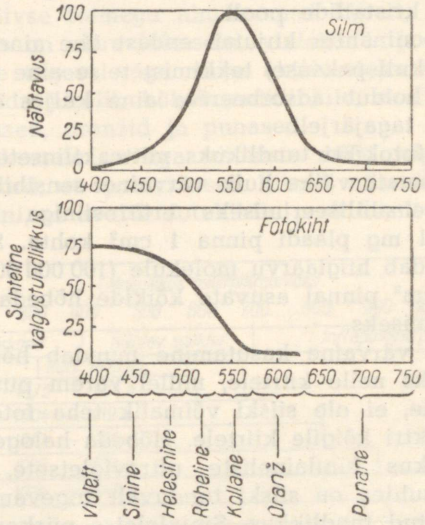
Olgugi, et värvaine kasutamine muudab hõbeda halogeensoola tundlikuks neile kiirtele, millel varem puudus keemiline toime fotokihile, ei ole siiski võimalik teha fotokihti ühtlaselt tundlikuks spektri kõigile kiirtele. Hõbeda halogeensoolade loomulik tundlikkus lühilaineliste ultravioletsete, violetsete ja siniste kiirte suhtes on siiski tunduvalt tugevam kui värvaine kaudu omandatud tundlikkus. Sinivioletse piirkonna kiired kutsuvad esile ülejäänud spektri kiirtest tugevama tumenemise isegi neil negatiividel, mis on sensibiliseeritud teiste kiirte suhtes. Selle tagajärjel ei vasta fotograafilise kujutise toonid oma suhtelise jõu poolest pildistatava objekti värvidetailide heledusele.

15. VALGUSEFILTRID.

Nagu nägime, parandab spektraalsete sensibilisaatorite viimine emulsiooni ainult osaliselt värvuste edasiandmise võimet. Hõbebromiidi loomulik tundlikkus sinivioletsete kiirte suhtes on ikkagi niivõrd suur, et nende kiirte toime on märksa tugevam spektri ülejäänud kiirte omast (joon. 28).

Kui ortokromaatilise plaadi üldist spektraalset tundlikkust tähistada ühega, siis langeb sellest 0,9 spektri sinivioletsele ja

ultravioletsele piirkonnale ja ainult 0,1 spektri kollakasrohelise piirkonna arvele. Spektraalne tundlikkus oranžpunaste kiirte suhtes võrdub peaaegu nulliga. Sellepärast tarvitatakse ortokromaatilistele, pankromaatilistele ja teistele sensibiliseeritud plaatidele pildistamisel lühilaineliste kiirte toime vähendamiseks valgusefiltreid.



Joon. 28. Silma ja hõbebromiidi kihi spektraalse tundlikkuse kõverad.

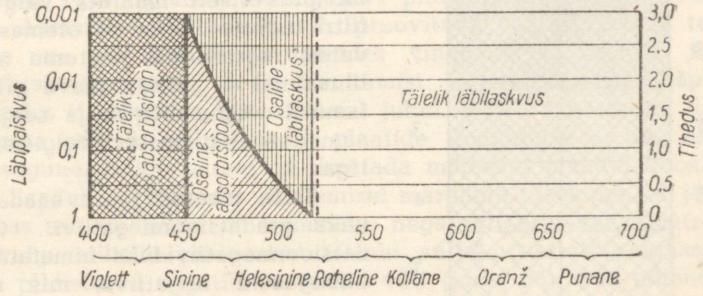
Neelates selektiivselt ühe või teise spektripiirkonna kiiri, võimaldab valgusefilter saavutada värvuste paremat kujutamist, kontrastsuse suurendamist ja tarbekorral ka sihilikku moonutust värvuste ülekandmisel. Üldiselt võib öelda, et valgusefiltri kasutamine pildistamisel võimaldab enamikel juhtudel optiliselt heledaid kollakasrohelisi värvusi kujutada fotol heledamatena kui sinivioletseid.

Fotopraktikas kasutatavad valgusefiltrid on tavaliselt tasaparalleelsed läbivärvilised klaasplaadid või värvilise želatiini kihiga kaetud plaadid. Selleks tarvitatav värvaine neelab ainult spektri teatud piirkonna kiiri. Niisugust värvaine omadust nimetatakse s e l e k t i i v s e k s a b s o r p t s i o o n i k s.

Tegime juba kindlaks, et värvuste moonutatud edasiandmine on põhjustatud sinivioletsete kiirte liiga aktiivsest toimest, seepärast neelavad kasutatavad valgusefiltrid enamikel juhtudel lühilainelisi kiiri.

Valgusefiltri selektiivse absorptsiooni iseloom määratakse spektrofotomeetri abil. Niisuguste mõõtmiste tulemusena saadakse graafik, mille abstsissteljele kantakse kiirte lainepikkus, ordinaatteljele aga läbipaistvus, läbipaistmatus või ka valgusefiltri tihedus vastavate lainepikkuste jaoks. Tihedusenäitaja üle 3-e tähendab tegelikult teatud värvuseliste kiirte täielikku absorbeerimist valgusefiltri poolt.

Absorbeerimise tugevus oleneb värvikihi paksusest ja värvaine kontsentratsioonist — mida suurem kontsentratsioon, seda tugevamini toimub kiirte absorbeerimine.



Joon. 29. Valgusefiltri selektiivse absorbeerimise iseloomu graafiline kujutus.

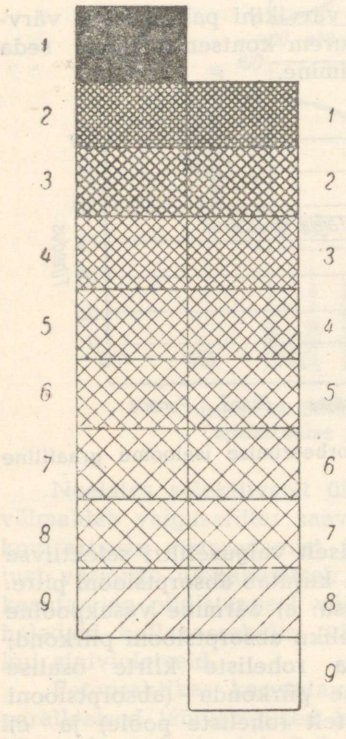
Joonisel 29 on kujutatud graafiliselt valgusefiltri selektiivse absorptsiooni iseloom, kus kõverjoon kujutab absorptsiooni piire. Kogu spektri võib jaotada kolme ossa: a) äärmine vasakpoolne osa on violetsete ja siniste kiirte täieliku absorptsiooni piirkond; b) keskmine osa kujutab siniste ja roheliste kiirte osalise absorptsiooni ja osalise läbilaskvuse piirkonda (absorptsiooni vähenemise suund on sinistelt kiirtelt roheliste poole) ja c) graafiku parempoolne osa on kollaste, oranžide, punaste ja osalt roheliste kiirte peaaegu täieliku läbilaskvuse piirkond.

Kui meil on valgusefiltri tunnusjoon, siis on kerge määrata.

missuguseid kiiri teatud valgusefilter läbi laseb ja missuguseid absorbeerib.

Valgusefiltrid nõuavad säritusaja pikendamist, kuna nad absorbeerivad violetseid ja siniseid kiiri, mille suhtes valgustundlik kiht on kõige tundlikum.

Arvu, mis näitab, mitu korda tuleb säritust valgusefiltri kasutamisel pikendada (võrreldes ilma filtrita säritamisega samal negatiivmaterjalil), nimetatakse valgusefiltri fotograafiliseks teguriks.



Joon. 30. Valgusefiltri teguri määramine gradatsioonnegatiivi meetodil.

See tegur ei ole antud valgusefiltril alati ühesugune, vaid oleneb kihi spektraalsest tundlikkusest ja valgustuse iseloomust pildistamisel.

Vaatleme, kuidas on võimalik praktiliselt määrata valgusefiltri tegurit. Paljudest olemasolevatest meetoditest peatume neist lihtsaimal — pilvitu taeva pildistamisel valgusefiltrita ja seejärel samades tingimustes valgusefiltriga.

Selle meetodi juures saadakse kaks gradatsioonnegatiivi. Gradatsioonnegatiivideks nimetatakse niisuguseid negatiive, mis saadakse korrapärast rida moodustavate astmeliste särituste tagajärjel. Pärast niisuguse negatiivi ilmutamist esineb temal mitu erineva tihedusega välja. Selline negatiiv saadakse järgmiselt.

Ülesvõte tehakse võimalikult väiksema avaga. Objektiiv seatakse lõpmatusele ja suunatakse pilvedeta taevale või mõnele valgele pinnale, tõmmatakse kasseti siiber 1 cm võrra välja ja teostatakse ülesvõte sellise säritusega, et tagajärjeks oleks kesk-

mise tihedusega tumenemine. See kujunebki gradatsioonnegatiivi esimeseks väljaks.

Edasi teostatakse teine samasugune säritus, kusjuures ei muudeta aparaadi seisundit ja enne säritust tõmmatakse kasseti siibrit veel 1 cm võrra välja. Selle tagajärjel saame teise välja. Esimene väli saab teisega võrreldes 2 korda pikema särituse.

Tõmbame veel kord kasseti siibrit 1 cm võrra välja ja teostame särituse samades tingimustes. Saame 3-nda välja, kusjuures sellel ülesvõttel esimene väli saab juba 3 korda pikema särituse kui 3-as väli.

Selliselt pildistamist jätkates saame plaadil 10 välja, millest igaüks sai astmeliselt erineva valgushulga. On selge, et kui niisugune plaat ilmutada, siis saadakse negatiivil 10 erineva tihedusega välja. Tihedaimaks osutub esimene väli, järgnevatel väljadel tihedus väheneb.

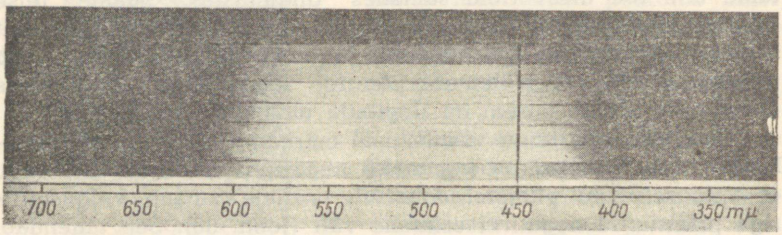
Nii saime gradatsioonnegatiivi pildistades ilma valgusefiltrita. Asetame nüüd objektiivile proovitava valgusefiltri ja teostame uue rea ülesvõtteid samades tingimustes. Saame teise gradatsioonnegatiivi, mille ilmutamist tuleb toimetada täpselt samades tingimustes kui esimesel juhul. Erilist tähelepanu tuleb pöörata sellele, et mõlemate plaatide ilmutamise kestus oleks ühesugune. Kõige parem on ilmutada mõlemad plaadid koos.

Saadud negatiivide võrdlemisel märkame otsekohe, et järjekorras samad väljad on kummalgi negatiivil erinevad. Oletame, et valgusefiltrita pildistatud teisele väljale vastab valgusefiltriga pildistatud negatiivi esimene väli (joon. 30). See tähendab, et ühesuguse tiheduse saamiseks peab teist negatiivi valgustama 2 korda suurema valgushulgaga kui esimest. Sellest järeldus: valgusefiltri tegur on 2.

16. SPEKTRAALSE TUNDLIKKUSE MÄÄRAMINE.

Spektraalse sensibilisatsiooni tagajärgi näitab kõige paremini spektri pildistamine. Pilt kujuneb veel näitlikumaks, kui kiired suunata spektrograafi mitte läbi ühtlase pilu, vaid läbi kiilukujulise või astmelise pilu. Niisuguste spektrite pildistamisel saadakse rida ülestikku asetsevaid ribasid, mis erinevad nii pikkuselt kui ka tumenemise astmelt. Neid ribasid nimetatakse spektrogrammideks (joon. 31).

Negatiivmaterjali spektraalse tundlikkuse iseloomu on kerge ka värvilise tabeli pildistamise teel määrata. Lihtsaima tabelina võib soovitada ruutu, mis on jagatud neljaks võrdseks osaks ja on värvitud eredate puhtate värvidega kollaseks, roheliseks, punaseks ja siniseks. Ruudu keskele tuleb jätta ring, mille üks pool jäetagu valgeks, teine pool aga kleebitagu üle musta mitteaktiinse paberiga, või veel parem — mustä sametiga. Kuid niisugune spektraalse tundlikkuse määramise viis annab ainult üldisi juhendeid fotograafilise kihi tundlikkuse kohta spektri erisuguste kiirte suhtes. Tavaliselt määratakse spektraalset tundlikkust fotomaterjali säritamise teel erilise valgusefiltriga fotomeetris. Peale säritamist ilmutatakse plaat ja saadud sensitogrammil mõõdetakse väljade optilist tihedust. Saadud andmete järgi koostatakse tunnusjoon. Valgusefiltriga ja ilma valgusefiltrita saadud tundlikkuse näitajate võrdlemise kaudu määratakse kihi efektiivne spektraalne tundlikkus valgusefiltriga pildistamiseks.



Joon. 31. Sensitogrammi näide.

Fotokihi tundlikkust pikalaineliste kiirte suhtes nimetatakse efektiivseks tundlikkuseks ja märgitakse plaatidele protsentides üldisest tundlikkusest ja filmidele — H & D kraadides.

Efektiivne valgustundlikkus pikalaineliste kiirte suhtes on alati vähem kui üldine tundlikkus; esimene peab moodustama üldisest valgustundlikkusest ortokromaatiliste kihtide juures mitte vähem kui 7%, isoortokromaatiliste juures mitte vähem kui 15% ja pankromaatiliste juures mitte vähem kui 30%.

Efektiivtundlikkuse näitaja ei ole muutumatu, vaid sõltub valgusallika kiirguse spektraalenergia iseloomust. Mida enam

sisaldab kiirgus kollakaspunaseid kiiri, seda kõrgem on efektiiv tundlikkuse näitaja protsentides. Nii on fotokihi efektiivse valgustundlikkuse näitaja elektervalgustuse (poolvatt-) juures kõrgem kui päevavalgusel. See asjaolu võimaldab kasutada kunstliku valguse juures *vähemtihedaid valgusefiltreid* kui päevavalgusel, saavutades seejuures värvuse ülekande parandamisel võrdseid tagajärgi.

17. NSV LIIDUS TOODETAVAD NEGATIIVMATERJALID.

Kinofilmitööstuse Peavalitsuse tehas nr. 2 toodab järgmiste nimetustega fotoplaate: ortokroom-, isoorto-, isokroom-, pankroom-, reproduktsioon- (joon- ja pooltoon-) ning diapositiivplaate.

Esimest nelja tüüpi kasutatakse väga mitmesuguseks otstarbeks, kuna kahte viimast — reprodutseerimisel.

Fotoplaate toodetakse järgmistes mõõdetes (cm):

6 × 9; 6,5 × 9; 9 × 12; 10 × 15; 12 × 16,5; 13 × 18; 18 × 24; 24 × 30; 30 × 40; 40 × 50; 50 × 60.

Fotoplaadid pakitakse pappkarpidesse, kusjuures 6 × 9 kuni 13 × 18 cm formaadilisi asetatakse karpi 12 tükki, 18 × 24 kuni 24 × 30 cm — 6 tükki, 30 × 40 cm — 4 tükki, ning 40 × 50 cm ja 50 × 60 cm — 2 tükki.

Fotoplaadid asetatakse pakendisse, valgustundlikud kihid vastamisi, ja mähitakse parafineeritud ja musta mitteaktiinsesse paberisse.

Tehniliste tingimuste järgi ei tohi valgustundlikul kihil olla mehaanilisi defekte — kriimustusi, mulle, alusest eraldumisi, katmata kohti ega tolmuga määrdumist. Plaadi äärtel aga on siiski lubatud üksikuid mulle ja tolmumist, kusjuures niisuguse defektse koha läbimõõt ei tohi ületada 0,5 mm. Eriti kõrged nõuded esitatakse valamise ühtluse kohta. Valamise kvaliteeti määratakse plaadi abil, mida eelnevalt kergelt valgustatakse ja seejärel ilmutatakse; optilisel tihedusel peab kogu plaadi pinnal olema ühesugune näitaja (tiheduse kõikumine on lubatud ± 10% piirides alusklaasi ebaühtlase paksuse arvel).

Valgustundlik kiht ei tohi klaasilt lahti tulla, mulle moodus-

tada või kortsuda tema töötlemisel standardsete fotolahustega ja veega pesemisel 30 minuti kestel (tingimusel, et lahuste temperatuur ei ületa 25° C). Säilitamisel ei tohi plaadid kokku kleepuda.

Tehas märgib fotoplaatide valgustundlikkuse iga 50° ja 100° H & D järel, kusjuures valgustundlikkuse muutumist 100° kuni 300°-ni märgitakse iga 50° järel ja üle 300° iga 100° järel, s. t. fotoplaatide pakendeil võib esineda valgustundlikkus 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500° H & D jne. Niisugust meetodit valgustundlikkuse märkimiseks kasutatakse sel kaalutlusel, et väikestel erinevustel valgustundlikkuses — näiteks 135° ja 160°; 675° ja 725° — praktiliselt ei ole olulist mõju säritusaja pikkusele. Sellepärast märgitaksegi plaatide pakendeile, mille tegelik valgustundlikkus on 135° või 160°, ümardatud näitaja 150°, ja 675° või 725° puhul vastavalt 700°. Kontrastsuse suhtes toodetakse kolme sorti fotoplaate: normaalseid, kontrastsuskoefitsiendiga umbes 1,1; kontrastseid, koefitsiendiga umbes 1,35, ja eriti kontrastseid, koefitsiendiga umbes 1,65.

Kõik plaadisordid toodetakse valgustarata aluskihiga ja pakendile märgitakse „valgustarata" («противоореольные»). Valgustarata plaatide looristustihedus võib suureneda (lisandunud želatiinikihi arvel) 0,02-le võrreldes harilike plaatide looristustihendusega.

Tehniliste nõuete järgi on ortokroom-, isoorto-, reproduktsioon- ja diapositiivplaatide säilimise kestuseks normaalsetes tingimustes üks aasta, kusjuures selle aja jooksul võivad sensitomeetrilised omadused muutuda ±25% piirides, välja arvatud looristustihedus. Järkjärguline looristustiheduse juurdekasv selle aja vältel ei tohi ületada 40% alglooristustihedusest, ent harilikult looristustihedus ei tohi garantiiaja lõpuks ületada 0,3-e.

Pakendil peab olema märgitud: fotoplaatide sort, tehase number ja aadress, valgustuse iseloom, mille juures võib plaate kassettidesse laadida ja töödelda, emulsiooni number, plaatide formaat ja arv, valgustundlikkus H & D järgi, efektiivse valgustundlikkuse näitaja pikalainelise valguse suhtes, kontrastsus, väljalaske kuupäev ja metallilise hõbeda hulk plaadi 1 ruutmeetril. Andmed hõbeda sisalduse kohta 1 m^2-s ei paku fotograafile olulist huvi, nende märkimine pakendile taotleb ainult kontroll-majanduslikke sihte.

Nagu toodud loetelust näha, on fotograafi käsutuses tunduv

sortiment fotoplaate, mis võimaldab pildistamist igasugustes tingimustes.

Valgustundlikkuse suhtes jagunevad toodetavad plaadid vähetundlikeks, keskmiselt tundlikeks, kõrgetundlikeks ja ülitundlikeks.

Vähetundlikud plaadid (5° — 100° H & D) kõlbavad eranditult ainult reproduktsioonülesvõteteks.

Keskmise tundlikkusega plaate kasutatakse nendeks ülesvõteteks, kus ei ole nõutav väga lühike säritusaeg: maastik, arhitektuur, natüürmort, portreevõtted jne., ent nende tarvitamine reportaaž- ja spordivõteteks, lühikest säritusaega nõudvateks sisevõteteks ja kiirelt liikuvate esemete pildistamiseks ei ole soovitav alasärituse ohu pärast.

Kõrgetundlikud plaadid (500° — 800° H & D) kõlbavad soodsates valgustustingimustes iga liiki võteteks lühikese säritusajaga. Nendele plaatidele võib teha (valgusjõulise objektiiviga — 1 : 3,5) spordi- ja reportaažvõtteid ning portreevõtteid toas, ja pildistada kiireltliikuvaid esemeid.

Ülitundlikud plaadid (üle 900° H & D) on kõlblikud igasugusteks väga lühikese säritusajaga võteteks. Nendele saab pildistada lühikese säritusajaga isegi ebasoodsates tingimustes.

Nagu öeldud, toodetakse kontrastsuse tunnuse suhtes kolme tüüpi plaate.

Normaalse kontrastsusega plaadid sobivad igasugusteks võteteks, peale joonreproduktsiooni ja kontrastitute objektide pildistamise sombuse ilmaga. Eriti kohased on nad valguse ja varjude pehmet detailsust nõudvate portreevõtete jaoks.

Kontrastseid plaate võib kasutada igasugusteks ülesvõteteks, kaasa arvatud pooltoonidega originaalide reprodutseerimine, ent portreevõteteks sobivad nad hoopis vähem kui normaalsed.

Eriti kontrastsed plaadid on palju piiratuma rakendamisega: neid on soovitav kasutada peamiselt kontrastivaeste objektide fotografeerimisel, näiteks sügismaastike pildistamisel sombuse ja uduse ilmaga. Talivõteteks see tüüp plaate ei sobi, kuna nad lume annavad edasi ilma detailideta, mis tublisti vähendab fotost saadava mulje väärtust. Samuti ei ole nad kõlblikud portreevõteteks näo toonide liiga kontrastse edasiande tõttu.

Eriti kontrastsetele plaatidele võib teha reproduktsioonvõtteid, kui mõnesugusel põhjusel ei saa kasutada spetsiaalseid

reproduktsioonplaate (näiteks nende suhteliselt väikese valgustundlikkuse pärast).

Toodetavate fotoplaatide fotograafiline ulatus (kasulik) kõigub 1 : 32-st kuni 1 : 128. Mida suurem on fotograafiline ulatus, seda paremini saab edasi anda pildistatava objekti heledusastmikku.

Plaatide spektraaltundlikkusel on pildistamisel eriti suur tähtsus. Mida kõrgem on spektraaltundlikkus, seda õigemini antakse edasi süžee värvuste varjundid, seda heledamaid valgusefiltreid saab kasutada värvuste parimaks edasiandmiseks. Viimane asjaolu on eriti tähtis neil juhtudel, kui fotograaf peab kinni pidama teatud säritusajast, näiteks reportaažvõtete juures, sest mida väiksem on valgusefiltri optiline tihedus, seda väiksem on, teiste tingimuste võrdsuse puhul, valgusefiltri säritusaja pikendustegur.

Ortokroomplaadid on tundlikud kiirtele, mille lainepikkus ulatub 400 kuni 580 mμ, s. t. nad on suutelised eraldi edasi andma kõiki värvusi, violetist kuni kollakasroheliseni. Efektiivtundlikkus Ederi valgusefiltriga ei tohi olla alla 7% üldtundlikkusest, kuid tavaliselt ei ületa 10%.

Niisugune madal efektiivtundlikkuse aste nõuab kollakasrohelise värvuse eraldamiseks väga tihedate kollafiltrite rakendamist, mis pikendab üsna tunduvalt säritusaega ja piirab ortokromaatiliste plaatide kasutamisvõimalusi juhtudel, kui soovitakse paremat värvuste edasiandmist.

Ortokromaatiliste plaatidega võib teha maastiku-, arhitektuuri-, spordi- ja fotoreportaaž-võtteid.

Isoorto plaadid on tundlikud kiirtele 400 kuni 600 mμ, s. o. nad on suutelised edasi andma akromaatilise erinevusega värvusi violetist kuni kollaseni. Efektiivne valgustundlikkus Ederi valgusefiltri all moodustab mitte vähem kui 15% üldtundlikkusest.

Ortokromaatilistest plaatidest kõrgem efektiivtundlikkus lubab kasutada kollase-rohelise värvuse edasiandmiseks hõredamaid valgusefiltreid. Seega on isoortoplaatidel võimalik saada tunduvalt paremat värvuste edasiandmist kui ortokroomplaatidel, pikendamata säritusaega väga tihedate valgusefiltrite kasutamise tõttu.

Isoortoplaadid annavad hästi edasi suvimaastiku roheluse varjundeid. Nendega võib (valgusefiltriga) pildistada natüür-

morte ja eredate värvustega esemeid. Nad on väga sobivad portreevõteteks, kuna annavad hästi edasi naha värvust. Üldse on isoortoplaatidega võimalik teha peaaegu iga liiki ülesvõtteid.

Isokroomplaadid on tundlikud peaaegu kogu nähtavale spektrile (lainepikkused 400—650 mμ) ja neil saab erinevalt edasi anda värvusi violetist kuni helepunaseni. Efektiivne valgustundlikkus Ederi valgusefiltri all moodustab mitte vähem kui 25%.

Küllalt suure spektraalse tundlikkuse tõttu saab isokroomplaate rakendada igasuguste värvuste pildistamiseks. Ainult pikalainelistele punastele kiirtele ei ole isokroom tundlik. Värvuste edasiandmise suhtes on isokroom tunduvalt parem ortokroom- ja isoortoplaatidest.

Pankroomplaadid on tundlikud kogu nähtava spektri kiirtele (400—700 mμ), s. o. nad on suutelised andma edasi värvusi violetist kuni tumepunaseni, kuid roheliste kiirte suhtes on nad vähem tundlikud kui teiste kiirte suhtes.

Viimane kirjeldatud plaadisort osutub värvuste õige edasiandmise suhtes kõige täiuslikumaks.

18. FOTOFILMID.

Kinofilmitööstuse Peavalitsuse kinofilmitehased toodavad järgmisi fotofilmi sorte: ortokroom, isopankroom, СЧС-1, СЧС-4 ja positiivfilm.

Kõik loeteldud sordid peale positiivfilmi on mõeldud igasugusteks fotograafilisteks ülesvõteteks; positiivfilm aga on negatiivmaterjalina kasutatav ainult reproduktsiooniks (eriti joonoriginaalidele).

Fotofilmi toodetakse järgmisel kujul:

1. Formaatfilm. Mõõted (sentimeetrites): 6×9; 6,5×9; 9×12; 10×15; 13×18; 18×24; 24×30 ja 30×40. Formaatfilmi valmistatakse järgmistes sortides: ortokroom, isopankroom СЧС-1, СЧС-4, infrakroom ja positiivfilm.

Formaatfilm pakitakse paberist pakendisse 12-ne kaupa (positiivfilm 10-ne kaupa). Enne pakendisse asetamist mähitakse filmid niiskuskindlasse ja musta mitteaktiinsesse paberisse.

Fotokaamera „FED'i" film on pikk, kitsas, perforeeritud

äärtega, valgustundliku kihiga kaetud tselluloidlint, mille mõõted on 35 mm × 1,6 m (36 ülesvõtet 24×36 mm formaadis). Niisugusel filmil peab ühes otsas olema eriline väljalõige kassetti laadimiseks.

Sellekujulist filmi valmistatakse järgmistes sortides: ortokroom, isopankroom, СЧС-1, СЧС-4 ja positiivfilm. Pakkimiseks keeratakse film rulli, mähitakse algul niiskuskindlasse stanniol- või tsellofaanpaberisse, siis mitteaktiinsesse musta paberisse ja lõpuks asetatakse pappkarpi.

Valamise kvaliteedi ja mehaaniliste defektide puudumise suhtes peavad fotofilmid vastama samadele nõuetele kui fotoplaadidki.

Kuna fotofilmide sensitomeetrilisel proovimisel tarvitatakse teistsuguse koostisega ilmutit kui fotoplaatide juures, siis on plaatide ja filmide valgustundlikkuse kõrvutamine võimalik ainult ligikaudu. Seda asjaolu tuleb arvestada säritustabelite ja eksponomeetrite kasutamisel, tehes vastavad parandused katseülesvõtete andmeis. Mittestandardse paraamiidofenool-ilmuti tarvitamine filmi sensitomeetrilistel mõõtmistel on tingitud kinostuudiote poolt kinofilmile esitatavatest erilistest nõuetest.

Kuna fotofilm on teataval määral kinofilmitööstuse kõrvaltoode, siis selleks, et mitte toimetada veelkordseid sensitomeetrilisi mõõtmisi, kasutatakse kinofilmi sensitomeetrilisi andmeid.

Fotofilmide kontrastsuse märkimiseks töötas Kinofilmitööstuse Peavalitsus omalajal välja filmide liigituse, mis käib risti vastu fotopraktikas vastuvõetud liigitusele. Olnuks õigem märkida „normaalne" kinofilm pehmena või vähekontrastsena, „kontrastne" normaalsena ja lõpuks „eriti kontrastne" kontrastsena. Seda märkust tuleb meeles pidada fotofilmi valikul kontrastsuse järgi. Ülejäänud osas ei erine juhendid filmimaterjali valikuks kontrastsuse järgi fotoplaatide kirjeldamisel toodud juhenditest ja sellepärast ei hakka me neid enam kordama.

Fotofilmi fotograafilist ulatust väljendatakse tema tunnusjoone sirgjoonelise osa projektsiooni kaudu.

Spektraalse tundlikkuse iseloomu poolest on ortokroomfilm praktiliselt identne ortokroomplaadiga, isopankroomfilm vastab isokroomplaadile ja film СЧС-1 — pankroomplaadile. Filmi СЧС-4 tundlikkus on veidi suurem kui pankroomplaadil.

Fotofilmide efektiivset valgustundlikkust pikalaineliste kiirte suhtes ei väljendata protsentides üldisest tundlikkusest, vaid H & D kraadides.

Fotofilmide garanteeritud säilimis-iga on määratud kindlaks järgmiselt: ortokroom-, isopankroom- ja positiivfilmil — 1 aasta, СЧС-1 ja СЧС-4 — 6 kuud. Nende fotograafiliste omaduste muutumine selle aja kestel ei tohi ületada ± 25%.

19. NEGATIIVMATERJALIDE SÄILIVUS.

Valgustundlik kiht on üsna ebastabiilne keemiline ühend, millel on tugev kalduvus vananemisele. See avaldub valgustundlikkuse ja kontrastsuse languses ja looristuse kasvus. Need nähtused esinevad fotograafilises emulsioonis sellepärast, et keemilised reaktsioonid jätkuvad isegi kuivas fotokihis, kuigi väga pikaldaselt. Mõne aja pärast võivad fotomaterjalid muutuda koguni kõlbmatuks.

Foto- ja kinofilmide valgustundliku kihi vananemine toimub palju kiiremini kui plaatidel, sest et tselluloidi kooste-osad avaldavad keemilist toimet hõbeda halogeensoolasse, klaas on aga valgustundliku kihi suhtes keemiliselt inertne. Mida valgustundlikum on fotokiht, seda kiiremini ta vananeb; tavaliselt nende näidatud säilimis-iga ei ületa ühte aastat.

Valgustundlike materjalide säilivusele avaldavad suurt mõju želatiini kvaliteet, emulsiooni valmistamise režiim ja valmistoodete säilitamistingimused. Fotomaterjalide vananemine ja riknemine võib alata üsna kiiresti, kui valmistamisel rakendati ebaõiget tehnoloogilist protsessi, kasutati halvakvaliteedilist želatiini või kui säilitamine ei toimu nõuete kohaselt.

Vananemise alguse põhiliseks tunnuseks on looristuse suurenemine, eriti filmide ja plaatide servadel. See nõndanimetatud ääreloorist võib pikemal säilitamisel katta suurema osa fotomaterjali pinnast.

Fotomaterjalide vananemise kiirust saab pidurdada nende õige säilitamisega. Sellepärast toome siinkohal nii negatiiv- kui ka positiivmaterjalide säilitamise põhireeglid.

1. Ruumis, kus hoitakse fotomaterjale, ei tohi esineda temperatuuri järske kõikumisi. Ruum olgu kuiv, ilma hallituseta. Ruumi sobivaim temperatuur on 10—18° C.

2. Valgustundlikke materjale ei tohi hoida ahjude või kütteseadiste lähedal (igal juhul mitte lähemal kui 1 m), samuti mitte otseses päikesevalguses.

3. Samuti ei tohi valgustundlikke materjale hoida ruumis kuhu tungivad gaasid — vääveldioksüüd, ammoniaak jt.

4. Alalhoidmisel asetada fotomaterjalid serviti.

5. Plaatide, filmide ja fotopaberiga täidetud karpe ei tohi põrutada, visata jms., sest võimaliku hõõrumise tagajärjel võib nende kiht kriimustuda või tekkida looristus.

6. Fotomaterjale ei tohi hoida toorestest männilaudadest valmistatud riiuleil või kastides, sest laudadest erituvad vaikained kutsuvad valgustundlikul kihil esile tugeva looristuse.

7. Valgustundlikke materjale ei tohi hoida kemikaalidega ühes kapis.

20. NEGATIIVMATERJALIDE VIGADE LIIGID.

Valgustundlikkude materjalide vigu võib liigitada kahte gruppi:

a) mehaanilised vead, mis on nähtavad nii enne kui ka pärast ilmutamist;

b) fotograafilised vead; need on märgatavad alles pärast ilmutamist.

Mehaaniliste vigadega valgustundlikke materjale on praakimisel kerge sorteerida. Toome siinkohal praagi tähtsamad liigid.

A. Mehaanilised defektid.

1. Emulsiooniga katmata jäänud äär või nurk.

2. Ebaühtlane valamine, mille tagajärjel kujutis peale ilmutamist osutub vöödiliseks.

3. Kriimustused, vigastused, täpid, mullid, näpujäljed jne.

4. Fotopaberitel esinevad äramurtud nurgad, kihi murdumine ja kriimustused.

5. Kisud ja viltune lõige.

B. Fotograafilised defektid.

Fotograafilised defektid selguvad alles peale ilmutamist, mis peab toimuma tehniliselt laitmatult. Kui üks või teine fotograafiliste vigade liik esineb mitmel plaadil, siis tuleb lugeda

praagiks kõik antud emulsiooniga materjalid. Seda tüüpi defektide hulka kuuluvad:

1. Fotokihi ebakindel kinnitumine klaasile või filmile, mille põhjuseks osutub halvasti pealekantud aluskiht. Aluskihi puudumise kohtadel eraldub fotokiht aluselt.

2. Peale materjali ilmutamist tekkinud väikesed mustad täpid on hõbebromiidi terade kuhjumise tagajärg.

3. Omapärased vöödid, mis kulgevad paralleelselt fotoplaadi või filmi servadega, on tingitud emulsiooni valamismasina osade ja emulsioonianumate puudulikust pesemisest.

4. Kollane looristus, mis tekib defektse emulsiooni kasutamise tagajärjel. Seda liiki looristus võib tekkida ka ebaõigest ilmutamisest.

5. Foto- ja kinofilmide tootmis- ja tarbimisprotsessis võib tekkida nn. friktsioonlooristus, mis esineb peale ilmutamist peente mustade niidikestena. Tekkimise põhjus on hõõrdumine.

6. Sageli tekivad foto- ja kinofilmidel elektrilaengud, mille tagajärjed tulevad esile alles peale ilmutamist. Elektrilaengutest tingitud vead on oksaraokujulised.

KOLMAS OSA.

NEGATIIVPROTSESS.

21. LATENTSE (VARJATUD) KUJUTISE LOOMUS.

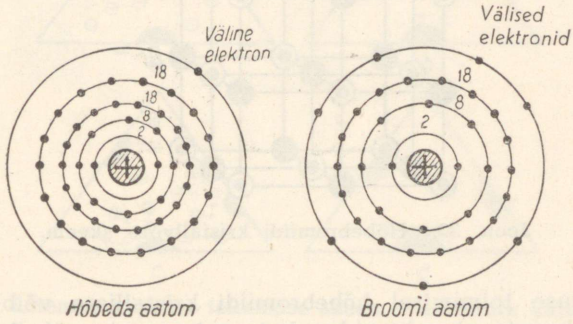
Millist toimet avaldab valgus pildistamisel fotograafilisse kihisse? Mispärast muutub kujutis plaadi või filmi kihil pärast säritamist ilmutatavaks hoolimata sellest, et särituse tulemusena ei esine kihil väliseid muudatusi?

Täpsete teaduste areng viimastel aastakümnetel annab võimaluse vastata küsimusele: mis sünnib valgustundlikus kihis valguse toimel?

Vastavalt nüüdisaja füüsikalistele kujutlustele valguse olemusest ja levimisest võime kinnitada, et kiirgusenergia vool ei ole pidev, vaid koosneb üksikutest osakestest — kvantidest, mis levivad kiirusega 300 000 km sekundis. Kvandi energia on pöördvõrdeline kiirte lainepikkusega. On teada, et spektri punase riba kiirte lainepikkus on suurem violetsete kiirte lainepikkusest, violetsete kiirte lainepikkus aga omakorda on suurem röntgenikiirte lainepikkusest. Seepärast kannavad punase valguse kvandid tunduvalt väiksemat energiat kui violetsete kiirte kvandid, viimased aga — väiksemat röntgenikiirte kvantidest. Valguse absorbeerimine on samuti katkendiline: absorbeeritakse üksikud kvandid, milledest igaüks mõjub vastavalt oma energiatagavarale.

On vaja meenutada, et iga aatom koosneb positiivselt laetud tuumast, kuhu on koondatud peaaegu kogu aatomi mass, ja selle tuuma ümber tiirlevatest elektronidest, millede arv on võrdne aatomi järjekorranumbriga elementide perioodilises süsteemis. Iga elektron on negatiivselt laetud elementaarosake, mille mass on väga väike võrreldes aatomituuma massiga (joon. 32).

Iga aatom on elektriliselt neutraalne, sest tuuma positiivne laeng tasakaalustub elektronide negatiivsete laengute summaga. Kui selline elektriliselt neutraalne aatom saab juurde ühe, kaks või suurema arvu üleliigseid elektrone, muutub ta negatiivselt laetud iooniks. Niisuguse omadusega võivad olla näiteks broomi aatomid, mis on võimelised siduma elektrone (iga aatomi kohta ühe liigse elektroni). Kui kõrvaldada see liigne elektron, siis broomi ioon muutub uuesti neutraalseks aatomiks.



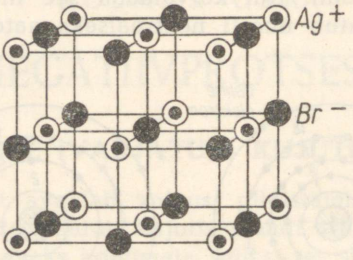
Joon. 32. Hõbeda ja broomi aatomi ehituse skeem.

Metallid omavad võimet anda kergesti ära elektrone, mis asuvad kõige välimises elektronkihis. Nii tekib elektriliselt positiivne hõbeda ioon siis, kui hõbeda aatom kaotab elektroni, mis tiirleb aatomituuma ümber kõige välimisel elektronide orbiidil.

Fotograafilise emulsiooni valmistamisel tekivad hõbebromiidi molekulid hõbenitraadi ja kaaliumbromiidi reageerimise tulemusena. Vahetult pärast hõbeda halogeensoola tekkimise reaktsiooni lõppemist algab esmalt ultramikroskoopiliste hõbebromiidi kristallikeste tekkimine, hiljem aga — nende järgnev suurenemine.

Hõbebromiidi saadakse isenimeliselt laetud hõbeda ja broomi ioonide vastastikuse elektrilise külgetõmbumise tulemusena. Neid hõbeda ja broomi ioone märgitakse keemias vastavalt Ag^+ ja Br^-. Nad asetsevad väga korrapäraselt, moodustades nõndanimetatud kristallvõre (joon. 33). Iga hõbeda ioon kristallvõre sees on ümbritsetud kuue broomi iooniga; iga

broomi ioon on omakorda ümbritsetud kuuest hõbeda ioonist. Külgetõmbejõu olemasolu isenimeliselt laetud ioonide vahel tingib võre tugevuse. Joonisel 33 kujutatud võret nimetatakse kuubiliseks, kuna ioonid asetsevad siin elementaarsete kuubikute tippudes. Niisuguse võrega on ka paljude teiste soolade kristallid — hõbekloriid, kaaliumbromiid jt.



Joon. 33. Hõbebromiidi kristallvõre skeem.

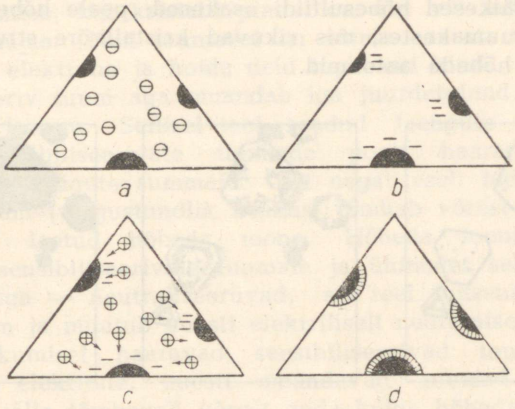
Valguse toimimisel hõbebromiidi kristallisse võib kristall valguse kvante absorbeerida; kui seejuures iga üksiku kvandi energia on küllalt suur, siis kulub see liigse elektroni eemaldamiseks broomi ioonist ning viimane muutub neutraalseks broomi aatomiks. Vabanenud elektron võib liikuda hõbebromiidi kristallvõres.

Kuna võres iga broomi ioon on ümbritsetud hõbeda ioonidega, siis võib vabanenud elektroni külge tõmmata ja siduda endaga üks või teine hõbeda ioon, mille tagajärjel hõbeda ioon muutub neutraalseks hõbeda aatomiks (joon. 34).

Me kirjeldasime fotokeemilist protsessi, s. t. sobiva lainepikkusega valguse toimet kristallilisse hõbebromiidisse. Valguse kvantide absorbeerimise tulemusena võivad tekkida neutraalsed broomi ja hõbeda aatomid.

Kohtades, kus hõbeda ioonid muutuvad neutraalseteks aatomiteks, nõrgeneb suuresti elektrostaatiline külgetõmbejõud kristallvõres, võre muutub ebakindlaks ja võib kergesti puruneda. Broomi aatomid võivad võrest väljuda gaasina või püsida želatiinis. Hõbeda aatomid võivad tekkida nii kristalli pinnal kui ka selle sisemuses. Asetudes kristalli pinnale, võivad hõbeda aatomid moodustada kuhjatisi. Nagu allpool näeme,

koonduvad ilmutava aine molekulid ilmutamisprotsessis nende hõbedakuhjatiste ümber; ilmutumine algab nendes kohtades ja levib sealt kogu terale.



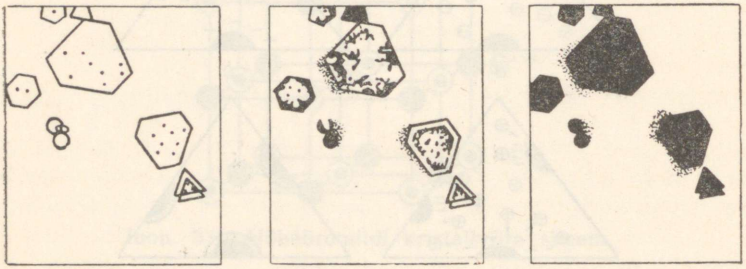
Joon 34. Latentse kujutise tekkimise skeem. Kolmnurk kujutab hõbebromiidi tera. Mustad laigud äärtel on sensibiliseerivad tuumad. a — elektronid ⊖ ekslevad sihitult kristallis (teras); b — sensibiliseerivate tuumade poolt haaratud elektronid, mis omandasid pärast seda negatiivse laengu; c — hõbeda ioonid ⊕ tõmmatakse külge positiivselt laetud sensibiliseerivate tuumade poolt; d — hõbeda ioonid ühinesid elektronidega ja muutusid metallilise hõbeda aatomeiks, millised asetusid tuumadele (viirutatud pind) ning tekitasid latentse kujutise (või ilmutuskeskused).

Hõbeda halogeensoola kristallitera lagunemine valguse toimel algab erilistest keskustest. Seda on kerge tõestada, kui niisugust kristalli valgustame kestvalt võimsa valgusallikaga. Jälgides toimuvat läbi mikroskoobi, võib kergesti märgata, et kristallitera tumenemine algab mitmes eri punktis. Kestval valgustamisel muutub kogu kristall metalliliseks hõbedaks. Seda nähtust nimetatakse f o t o l ü ü s i k s (s. t. lagunemiseks valguse toimel).

Joonisel 35 on toodud fotolüüsi järkjärgulised astmed. Esimesel mikrofotol on näha ainult üksikud laialipillatud metallilise hõbeda punktid, teisel — metallilist hõbedat on tekkinud

juba rohkem ja lõpuks kolmandal fotol on kogu hõbeda halogeensool muutunud metalliliseks.

Alles 1925. a. tehti kindlaks, et emulsiooni valmistamise protsessis (teise valmimise ajal) tekivad hõbebromiidi kristallide pinnal üliväikesed hõbesulfiidi osakesed; peale hõbesulfiidi leidub neis tuumakestes, mis rikuvad kristallvõre struktuuri, ka metallilise hõbeda aatomeid.



Joon. 35. Hõbeda halogeensoola fotolüüs: selgesti on näha valguse toimel laguneva hõbebromiidi mitmesugused lagunemisastmed.

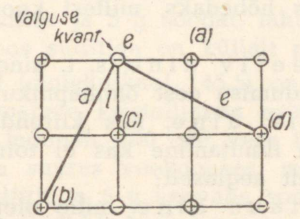
Praegu on kindlaks tehtud, et hõbeda ioonid taanduvad valguse toimel hõbeda aatomiteks ja kuhjuvad ioonide sidemete nõrkadele kohtadele, s. t. mõrade ja teiste kristallvõre korrapärase struktuuri riknemiskohtade lähedale.

Tähtsaimat osa hõbebromiid-emulsiooni valgustundlikkuse suurendamisel etendab želatiin. Želatiin sisaldab vähesel hulgal sulfiide. Emulsiooni valmimise protsessis tekib väävli ja hõbeda ioonide vastastikusel toimel hõbesulfiid; peale selle taandub valmimise protsessis veel väike hulk hõbeda ioone hõbeda aatomeiks. Ülalkirjeldatud hõbesulfiidi ja metallilise hõbeda kuhjatisi kristalli pinnal nimetatakse *sensibiliseerivateks tuumadeks* ehk *valgustundlikkuse keskusteks*. Mida enam on tera pinnal sensibiliseerivaid tuumasid, seda tundlikum on tera valguse toimele.

Millist osa etendavad need sensibiliseerivad tuumad latentse kujutise tekkimisel?

Osutub, et valguse toimel broomi ioonist eraldatud elektronid hakkavad ekslema mööda kristalli. Kui kristalli pinnal

puuduksid sensibiliseerivad tuumad, siis haarataks vabanenud elektronid pärast mõneaegset kristallvõres ekslemist uuesti broomi aatomite poolt ning tekiksid uuesti esialgsed broomi ioonid, s. t. taastuks võre endine struktuur. Sootuks teistsugune tulemus esineb, kui kristalli pinnal on üks või mitu sensibiliseerivat tuuma. Neil tuumadel on võime haarata ümberekslevaid vabu elektrone ja hoida neid tugevasti kinni. Neutraalne sensibiliseeriv tuum aga omandab iga juurdetulnud elektroniga negatiivse laengu. Sellisel teel saadud laengute kogusuurus vastab sensibiliseerivate tuumade poolt haaratud liigsete elektronide laengute summale. Ent negatiivselt laetud sensibiliseeriv tuum (valgustundlik keskus) tõmbab võrest enda külge positiivselt laetud hõbeda ioone. Hõbeda ioonid liiguvad kristallilt sensibiliseerivale tuumale ja ühinedes sellel asuvate elektronidega — neutraliseeruvad; sel teel suureneb sensibiliseeriv tuum ja muutub uuesti elektriliselt neutraalseks. Valguse toime jätkumisel haaravad sensibiliseerivad tuumad uuesti vabanenud elektrone; uuesti omandavad tuumad negatiivse laengu ja jälle tõmbavad võrest enda külge hõbeda ioone.



Joon. 36. Hõbebromiidi kristalli läbilõige.
⊖ — broomi ioonid. ⊕ — hõbeda ioonid. Nooltega on näidatud valguse kvandi poolt broomi ioonist väljarebitud elektroni võimalikud teed. Joon (a) asub kristalli pinnal, joon b, c ja d — tema sisemuses.

Sellest selgub, et liiga suure särituse juures võivad valgustundliku keskuse ümber tekkida seevõrra suured hõbeda aatomite kuhjatised, et nad muutuvad mikroskoobiga vaatlemisel hästi nähtavaks. Kuid tegelikult ei teki nii suuri hõbeda aatomite kuhjatisi ainuüksi valguse toimel. Mõnekümne hõbeda aatomi ladestumisest sensibiliseerivale tuumale on küllalt

selleks, et tekiks latentne kujutis, s. t. et antud tera omandaks võime ilmutumiseks, mille eesmärk ja mõte on tugevdada valguse algtoimet miljoneid kordi — taandada hõbebromiid metalliliseks hõbedaks.

Joonisel 36 on toodud ülalkirjeldatud latentse kujutise tekkimise skeem.

Meil on jäänud vastata veel ühele paratamatult kerkivale küsimusele: mispärast ilmutuvad esmajärjekorras ainult valguse poolt mõjutatud terad? Teiste sõnadega, kuidas seletada ilmutusprotsessi teatud teri eelistavat iseloomu? Sellele küsimusele vastame veidi hiljem. Enne seda on vaja tutvuda ilmutilahuse koostisega ja ilmutisse kuuluva iga reaktiivi funktsiooniga.

22. ILMUTILAHUSE KOOSTIS JA LAHUSESSE KUULUVATE AINETE KIRJELDUS.

Ilmutilahuse koostis on küllalt keerukas. Harilikult kuuluvad sellesse järgmised ained:

1) ilmutav aine, s. t. aine, mis taandab hõbebromiidi metalliliseks hõbedaks, millest koosnebki kujutis negatiivil;
2) konserveeriv aine, s. t. aine, mis kaitseb ilmutit kiire hapendumise eest õhuhapniku toimel;
3) aktiveeriv aine, mis kiirendab ilmutamist; ilma selle aineta ilmutamine kas ei toimu üldse või kulgeb erakorraliselt aeglaselt;
4) loorivastane aine, mille olemasolu ilmutis takistab loori tekkimist; selle aine kasutamise tulemusena saadakse enamvähem „puhtad" negatiivid.

Enne kui asuda ilmutumisprotsessi uurimisele, on vaja tutvuda ilmuti koostisesse kuuluvate ainetega.

Ilmutavad ained.

Fotograafilise ilmutamise võimalus avastati 1840. a., kui töötati välja kalotüüp-menetlus. Ilmutava lahusena esines sel juhul gallushappe ja hõbenitraadi segu.

Kümme aastat pärast neid töid leiutati märja kolloodiumprotsessi meetod ja avastati võimalus ilmutada kujutist pürogallushappe vesilahusega.

Aastal 1862 hakati pürogallool-ilmuti kooste-osana tarvitama leelist.

Hüdrokinoon, praegu kõige enam kasutatav ilmutav aine, võeti ilmutamiseks esmakordselt tarvitusele 1880. aastal. Samal aastal hakati ilmutava ainena kasutama pürokatehiini; üksteist aastat hiljem avastati metooli ilmutav võime.

Pärast seda, seoses orgaanilise keemia arenguga ajavahemikus 1892. kuni 1900. a., avastati hulgaliselt teisi ilmutavaid aineid. Praktiliselt leidsid kasutamist nende hulgast ainult mõned orgaanilised taandajad, rahuldades täielikult kõiki fotograafia nõudeid.

Praegu tuntakse umbes 25 ilmutavat ainet, millel on praktiline tähtsus. Kõige enam tarvitatavad on: hüdrokinoon, paraamiidofenool, metool, glütsiin, pürokatehiin, adurool, pürogallool, amidool ja parafenüleendiamiin.

Hüdrokinoon (paradihüdroksübensool, molekulkaal 110) on valge, vahel hallikas- või kollakasvalge peenikeste nõeljate kristallidena esinev aine, mis kergesti lahustub kuumas vees, piirituses ja eetris. 15° C juures lahustub 100 cm^3 vees 5,7 g hüdrokinooni; niisama suures koguses vees, milles eelnevalt on lahustatud 5 g sulfitit ja 5 g soodat, lahustub 7,4 g. Hüdrokinooni vesilahus koos sulfitiga on küllalt püsiv.

Paraamiidofenool (molekulkaal 145,5) on värvitu, mõnikord rohekas peente prismaliste kristallidena esinev aine, mis soojendamisel sulamata laguneb. 100 cm^3 vees 15° C temperatuuril lahustub 33 g; sama suures veekoguses, milles aga eelnevalt on lahustatud 5 g sulfitit ja 5 g veevaba soodat, lahustub 3,2 g. Leelismetallide hüdroksüüdid ja karbonaadid toimivad paraamiidofenoolisse erinevalt: hüdroksüüdid tekitavad fenolaatide tüüpi ühendeid. Karbonaadid eraldavad kontsentreeritud paraamiidofenooli lahusest vaba aluse.

Metool (molekulkaal 172) on monometüülparaamiidofenoolsulfaat; esineb väikeste nõeljate kristallidena, mis lahustuvad hästi vees, halvasti aga alkoholis ja eetris. 100 cm^3 vees 15° C juures lahustub 4,8 g, niisama suures veekoguses, milles on lahustatud eelnevalt 5 g sulfitit ja 5 g veevaba soodat, lahustub 4,5 g metooli.

Glütsiin — paraoksüfenüülglütsiin (molekulkaal 167) on valge kristalne pulber, mis koosneb väikestest lehekestest. Ta

ei lahustu eetris ja lahustub halvasti vees ning piirituses. Glütsiin lahustub kergesti leelismetallide hüdroksüüdide ja karbonaatide ning sulfiti lahuses. 100 cm^3 vees 15° C juures lahustub 0,23 g, kui aga sama suures veekoguses on varem lahustatud 5 g sulfitit ja 5 g veevaba soodat, siis lahustub 12,8 g glütsiini.

Ilmutava aine kontsentratsioon avaldab määravat mõju ilmutamise kiirusele, järelikult ka negatiivi tihedusele ja kontrastsusele. Kui suurendada ilmutava aine kontsentratsiooni, siis suureneb vastavalt ka ilmutamise kiirus. Ent see on õige ainult teatava piirini, millest alates ilmutava aine edasine lisamine ei avalda ilmutamise kiirusele enam mingit mõju.

Konserveerivad ained.

Konserveerivate ainetena tarvitatakse naatriumsulfitit ja kaaliummetabisulfitit. Laiemat tarvitamist on leidnud naatriumsulfit.

Naatriumsulfit (sageli nimetatakse lihtsalt sulfitiks) esineb kahel kujul: veevaba (molekulkaal 126) on valge pulber, kristalliline (molekulkaal 252,2) esineb suurte värvitute kristallidena; 100 osa kristallilist porsumata sulfitit vastab 50 osale veevabale sulfitile. Kristalliline sulfit porsub õhu käes kergesti, kaotades oma kristallvee ja hapendudes sulfaadiks (väävelhapu naatrium).

Hapendumise tulemusena saadud naatriumsulfaat aga ei kaitse enam ilmutit hapendumise eest; sellepärast tuleb sulfitit (kristallilist ja veevaba) hoida lihvitud korgiga purgis. Sulfit lahustub kergesti vees. Tehniline sulfit sisaldab alati palju soodat, naatriumsulfaati ja teisi lisandeid, sellepärast soovitatakse fotograafilisteks otstarveteks kasutada peaasjalikult keemiliselt puhast sulfitit. Kuna sulfitit on välimuse järgi raske eraldada teistest keemilistest ainetest, siis on kahtluse korral soovitav kasutada iseloomustavat reaktsiooni sulfiti ja soolhappe (või mõne teise mineraalhappe) vahel; selle reaktsiooni tulemusena eraldub vääveldioksüüd, kusjuures lahus peab jääma läbipaistvaks. Kui läbipaistvad sulfitikristallid kattuvad valge pulbritaolise kirmega, siis tähendab see, et on toimunud osaline naatriumsulfaadi tekkimine.

Kaaliummetabisulfit (molekulkaal 222,3) esineb kõige sagedamini suurte värvitute, tugeva vääveldioksüüdi lõhnaga kristallidena. Kaaliummetabisulfiti vesilahus on happese reaktsiooniga ja tugeva vääveldioksüüdi lõhnaga. Selle soola lahustamiseks ei tule kasutada kuuma vett, sest kõrge temperatuuriga lahuses toimub kaaliummetabisulfiti lagunemine. Säilitada tuleb lihvitud korgiga purgis. Soola ja selle lahust loetakse kõlbmatuks, kui vääveldioksüüdi lõhn on kadunud.

Praktikas esineb juhtumeid, et retseptis nimetatud konserveerivat ainet pole käepärast. Niisugusel korral võib ühte ainet asendada teisega. Andmed selle kohta, millistes hulkades neid või teisi konserveerivaid aineid võib vastastikku asendada, on toodud järgnevas tabelis.

Mitmesuguste konserveerivate ainete ekvivalentsed hulgad.

Veevaba sulfit	Kristalliline sulfit	Kaaliummetabisulfit	Naatriumbisulfit
1	2	1,76	0,82
0,5	1	0,88	0,41
0,56	1,12	1	0,46
1,21	2,42	2,13	1

Asendades naatriumsulfitit kaaliummetabisulfitiga või naatriumsulfitiga, tuleb nende lahuste happese reaktsiooni tõttu suurendada ilmuti retseptis märgitud leelise hulka.

Aktiveerivad ained.

Ilmutusprotsessi kiirendavate ainetena kasutatakse kaaliumkarbonaati (potas), naatriumkarbonaati (sooda), naatriumhüdroksüüdi, kaaliumhüdroksüüdi ja booraksit. Enamtarvitatavad on: plaatide ilmutamisel — sooda ja potas, filmide ilmutamisel — booraks.

Booraks ehk naatriumtetraboraat (molekulkaal 381,4) esineb väikeste valgete kristallidena, suurtes kristallides (prismakujulistes) leidub harvemini. Sageli müüakse booraksit pulbrilisena. Kristalliline ja veevaba booraks suhtuvad kaaluliselt nagu 1,9 : 1, järelikult peab veevaba booraksit võtma umbes 2 korda vähem kui kristallilist. Booraks lahustub vees halvasti: 15° C

juures 100 cm^3 vees lahustub 2 g. Vesilahused on läbipaistvad ja püsivad.

Naatriumhüdroksüüd (molekulkaal 40) esineb valgete tükkidena või pulkadena. Lahustub hästi vees. Kuna ta on hügroskoopne, siis õhu käes laguneb. Absorbeerides süsihappegaasi, läheb üle soodaks.

Vesilahus on tugevalt leelisese reaktsiooniga: toimib nahale sööbivalt, katsudes on libe. Naatriumhüdroksüüdi peab tingimata säilitama klaaspurgis, mis on suletud hariliku korgiga ja tihendatud parafiiniga.

Kaaliumhüdroksüüd (molekulkaal 56) esineb valgete, väga hügroskoopsete tükkidena või pulkadena. Lahustub hästi vees. Vesilahus on tugevalt leelisese reaktsiooniga, toimib nahale sööbivalt, on katsudes libe. Säilitatakse nagu naatriumhüdroksüüdi.

Kaalium- ja naatriumhüdroksüüdi iseloomustavaks reaktsiooniks on võime eraldada ammooniumsooladest, näiteks ammooniumkloriidist, ammoniaaki.

Naatrium- ja kaaliumhüdroksüüd on väga mürgised, seepärast peab nende kasutamisel olema ettevaatlik.

Kaaliumkarbonaat ehk potas (molekulkaal 138,2) esineb valge kristallilise pulbrina, absorbeerib tugevasti õhuniiskust. Vees lahustub hästi. Vesilahus on tugevalt leelisese reaktsiooniga, mis selgub hüdrolüüsil (potase lagunemine vee toimel), mille tulemusena tekib kaaliumhüdroksüüd.

Fotograafilisteks otstarveteks sobib ainult keemiliselt puhas potas. Potast peab säilitama parafineeritud korgiga klaaspurgis. Soodat ja potast iseloomustavaks reaktsiooniks on mineraalhapete toime nende vesilahustesse, mille tulemusena eraldub kihisedes süsihappegaas.

Naatriumkarbonaat ehk sooda esineb kahel kujul: veevaba (molekulkaal 106) on värvitu pulber, ja kristalliline (molekulkaal 286,2) kujutab endast värvituid, õhu käes kergesti porsuvaid kristalle. 100-le osale kristallilisele vastab 37 osa veevaba soodat, s. t. 1 osa veevaba sooda kohta tuleb võtta 2,7 osa kristallilist. Sooda vesilahus on leelisese reaktsiooniga, mis selgub hüdrolüüsil, nagu potase juureski. Fotograafiliseks otstarbeks tarvitatakse keemiliselt puhast soodat. Tingituna sooda tugevast kalduvusest porsuda, peab teda säilitama parafineeritud korgiga klaaspurgis. Olgu siinkohal tähelepanu juhitud

asjaolule, et söögisooda ehk naatriumbikarbonaat ei kõlba fotograafilisteks otstarveteks.

Leelismetallide karbonaate võib vastastikku asendada vastavalt alltoodud tabelile.

Leelismetallide karbonaatide ekvivalentsed hulgad.			Leelismetallide hüdroksüüdide ekvivalentsed hulgad.	
Veevaba sooda	Kristalliline sooda	Potas	Naatrium-hüdroksüüd	Kaalium-hüdroksüüd
1	2,7	1,30	1,0	1,4
0,37	1	0,48	0,7	1,0
0,76	2	1		

Leelismetallide hüdroksüüde võib samuti vastastikku ekvivalentse hulgaga (vt. tabel) asendada.

Retseptis märgitud karbonaatide asendamine leelistega ja vastupidi pole lubatud, kuna sel juhul on tulemused erinevad.

Loorivastased ained.

Loorivastaste ainetena kasutatakse peaasjalikult kaaliumbromiidi.

Kaaliumbromiid (molekulkaal 119) esineb värvitute, õhu käes püsivate kristallidena. Lahustub hästi vees; vesilahus on keemiliselt neutraalne ja on soolaka maitsega. Iseloomustav reaktsioon — kaaliumbromiidi lahusele hõbenitraadi lahuse lisamisel tekib kohe kollakas hõbebromiidi sadestis.

23. ILMUTILAHUSTESSE KUULUVATE AINETE KEEMILINE TOIME.

Fotograafilise kujutise ilmutamine on keerukas protsess, mida pole suudetud käesoleva ajani täielikult seletada. Üldiselt võib seda protsessi kujutada järgmise skeemina:

hõbebromiid + ilmutav aine = metalliline hõbe + hapendunud ilmutav aine.

Kõrvalproduktina esineb selles reaktsioonis broomvesinikhape, mis mõjub pidurdavalt ilmutusprotsessile, seepärast viiakse ilmutisse alati leelis, et neutraliseerida hapet.

Peale ilmutava aine sisaldab ilmuti tavaliselt naatriumsulfitit, leelist ja kaaliumbromiidi. Igaüks nendest täidab kindlaid keemilisi funktsioone ja kui nad lahuses puuduvad, siis ilmutusprotsess kas ei kulge normaalselt või ei toimu üldse. Järgnevalt selgitame lühidalt nende ainete keemilist toimet.

Naatriumsulfiti toime.

Ilmutavaid aineid kasutatakse harilikult leelisestes lahustes, s. t. ilmuti peab sisaldama peale ilmutava aine veel leelist, mille puudumisel ilmutumine ei toimu või kulgeb äärmiselt aeglaselt. Teiselt poolt, kui ilmutava aine, näiteks metooli või hüdrokinooni lahusele lisada leelist ilma sulfitita, siis võib tähele panna, et lahus värvub kiiresti — see on ilmutava aine hapendumise tunnus.

Nagu juba öeldud, selleks et kaitsta ilmutavat ainet hapendumise eest, viiakse lahusesse konserveerivaid aineid, milledest enimtarvitatav on naatriumsulfit.

Ilmuti hapendumine toimub küll ka sulfiti juuresolekul, kuid siiski märksa aeglasemalt.

Puudutame veel ühte sulfiti toimet latentse kujutise ilmutamisel. Enamik keemilisi reaktsioone kulgeb paremini reageerivate ainete vesilahustes. Hõbeda halogeensool on vees peaaegu lahustumatu ühend, kuid sulfiti juuresolekul tema lahustuvus suureneb. Eriti tugevalt avaldub sulfiti lahustav toime nõndanimetatud peentera-ilmutites, milledes sulfit esineb õige suurtes kontsentratsioonides. Üleliigse sulfiti viimine ilmutilahusesse leelise normaalse kontsentratsiooni juures ei avalda soodustavat mõju ilmutumisprotsessile ning võib esineda isegi dikromaatse (kahevärvuselise) loori tekkimise ühe põhjusena.

Seega täidab sulfit ilmutamisel järgmisi ülesandeid: konserveerib ilmuti lahust, s. t. kaitseb ilmutavat ainet hapendumise eest ja suurendab hõbeda halogeensoola lahustuvust ilmutilahuses.

Leelise toime.

Enamik orgaanilisi ilmutavaid aineid ei ilmuta latentset kujutist leelise puudumisel peaaegu üldse.[1]

Leelis toimib ilmutis kahesuguselt: ühelt poolt on ta ilmuti ilmutamisvõime ergutajaks, teiselt poolt — võimaldab ilmutusprotsessil kulgeda lõpuni, sest ta neutraliseerib ilmutamise kestel tekkivat hapet. Hõbebromiidi taandamisel tekkiv broomvesinikhape ühineb soodaga, mille tulemusena tekivad naatriumbromiid, süsihappegaas ja vesi. Kogemused näitavad, et lahuses leelise kontsentratsiooni suurendamisel suureneb ilmutamise kiirus. See seaduspärasus on aga kehtiv ainult teatava piirini.

Naatrium- ja kaaliumkarbonaadiga ilmutilahustel on püsivamad ilmutamisomadused kui sööbeleelistega lahustel. See seletub sellega, et naatrium- ja kaaliumkarbonaadi molekulid lagunevad hüdrolüüsil (dissotsieeruvad), nagu juba eespool öeldud. Selle juures dissotsieeruvad karbonaatide molekulid järkjärgult; pärast lahustumist jääb kaunis suur hulk molekule dissotsieerumata. Tingituna nendest dissotsieerumata molekulidest, säilib lahuse leelisuseaste teataval kindlal tasemel.

Niisugust võimet, säilitada püsivat leelisuse- (või happesuse-) astet, nimetatakse puhvervõimeks, ilmuteid sellele vastavalt — puhver-ilmutiteks.

Leelised dissotsieeruvad täielikult; lahusesse jääb ainult tühine hulk dissotsieerumata kaaliumhüdroksüüdi molekule. Sellepärast ei ole leelistel puhvervõimet. Leeliste suur dissotsiatsiooniaste võimaldab lahustatava aine väikese hulga juures saavutada kiiresti lahuse kõrget leelisust. Sellest on arusaadav, miks viiakse leelisi lahusesse palju väiksemas koguses kui karbonaate. Kuid puhvervõime puudumine leelistel tähendab, et ilmuti leelisuseaste langeb kiiresti ja koos sellega muutuvad ilmuti omadused.

Siit on selge, et karbonaadid (sooda ja potas) on massilisel ilmutamisel eelistatavamad kui leelised. Viimaseid on otstarbekohasem kasutada ainult juhtudel, kui on vajalik väikese arvu plaatide või filmide kiire ja energiline ilmutamine või kui soovitakse saada väga kontrastseid negatiive.

[1] Erandina ilmutab ilma leeliseta amidool (ilmutab kiiresti) ja metool (ilmutab väga aeglaselt), kusjuures aga lahus peab sisaldama naatriumsulfitit.

Kaaliumbromiidi toime.

Kaaliumbromiid viiakse ilmutilahusesse juba valmistamisel, kuid peale selle tekib teda (või naatriumbromiidi) ilmutamisel toimuvate reaktsioonide tulemusena.

Kaaliumbromiid etendab ilmutamisel väga tähtsat osa, ja nimelt: 1) ta vähendab ilmuti looritekitavat toimet; 2) aeglustab ilmutamisprotsessi, s. t. võimaldab selle kiiruse reguleerimist, ja 3) annab võimaluse parandada ülesärituse mõju.

Väikestes kontsentratsioonides takistab kaaliumbromiid loori tekkimist; mõjudes pidurdavalt hõbebromiidi taandumise kiirusele nendes kohtades, kus valgus pole mõjunud või on mõjunud väga nõrgalt (alasäritatud kohad). Kaaliumbromiidi väikesi kontsentratsioone kasutatakse ka loori tekkimise vähendamiseks tugevalt looristuva emulsiooni ilmutamisel või loori tekitava ilmuti kasutamisel.

Kaaliumbromiidi suured kontsentratsioonid aeglustavad märksa ilmutamisprotsessi; suure hulga broom-ioonide olemasolu lahuses pidurdab hõbebromiidi taandamist. Neid kaaliumbromiidi omadusi kasutatakse ülesärituse parandamiseks, milleks ilmutilahusele lisatakse suurendatud hulgal kaaliumbromiidi.

24. ILMUTUSPROTSESSI FÜÜSIKALIS-KEEMILINE OLEMUS.

Ilmutusprotsess algab ilmutilahuse tungimisega želatiinikihti, s. t. difundeerumisega. Difusiooni ajal toimub želatiini tursumine. Tursunud želatiin kujutab endast rakukeste kompleksi; nende rakukeste seinad koosnevad tihedamast želatiinikilest ja sisemus on täidetud želatiinilahusega. Hõbeda halogeensoola kristalliterakesed asuvad rakukeste sisemuses ja neid nagu ümbritseks tihe želatiinikile. Ilmutilahus tungib kiiresti rakukeses asuvasse želatiini, kuid seda protsessi aeglustab ilmuti difundeerumine läbi rakukeste välisseinte.

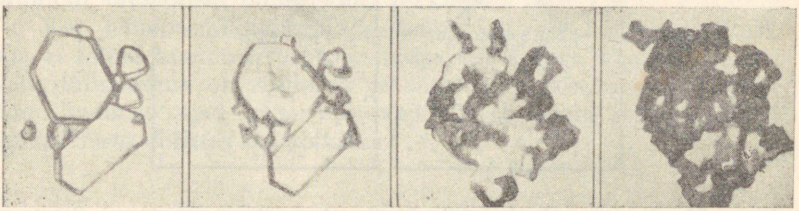
Iga želatiinirakuke kujutab endast nagu üksikut katseklaasi, milles toimub keerukas ilmutusprotsess. Želatiini rakulise struktuuri tõttu lokaliseerub ilmutamine teatavates kohtades ja ei lase sellel levineda ühtlaselt kogu emulsioonikihi paksuses. Kui proovida hõbebromiidi ilmutada katseklaasis ilma želatiinita, siis kulgeb tema taandumine ilmuti toimel peaaegu momentaanselt.

Želatiini tõkestavad omadused osutuvad väga tähtsateks, sest nad võimaldavad ilmutusprotsessi toimumist.

Mis õieti toimub ilmutamisel? Mispärast ilmutuvad ainult need kristallid, mida pildistamisel valgusega küllaldaselt mõjutati? Mispärast algab ilmutumine kristalli teatavates punktides — ilmutuskeskustes?

Mitte ainult fotolüüsi, vaid ka ilmutusprotsessi võib uurida mikroskoobiga ja isegi pildistada hõbebromiidi terade ilmutumise üksikuid staadiume (joon. 37).

Säritatud hõbebromiidi teral ei ole ilmuti toime märgatav otsekohe, vaid alles teatava aja möödumisel hõbebromiidikihi ilmutamise algusest. Kui vaadelda seda mikroskoobis, siis mõnedel teradel muutuvad nähtavaks metallilise hõbeda mustad täpid, mõne minuti pärast aga muutuvad kõik need terad mustaks — taanduvad metalliliseks hõbedaks.



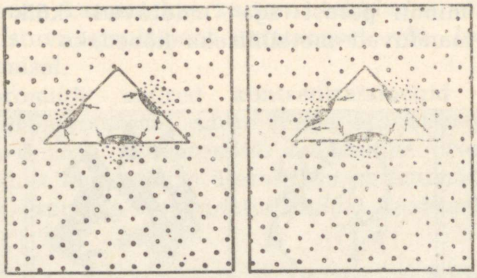
Joon. 37. Hõbebromiidi kristalliterade mitmesuguste ilmutusstaadiumide mikrofotod.

Kuid mõned terad ei muutu isegi ilmuti pikaajalisel toimel. Hõbebromiidi pinnal asuvad üksikud täpid, kust ilmutusprotsess algab, ongi *ilmutuskeskused*. Niisuguste ilmutuskeskuste kogum moodustab *latentse kujutise*. Ilmutuskeskused kujutavad endast valguse toimel suurenenud sensibiliseerivaid tuumi (valgustundlikke keskusi). Iga üksiku tera ilmutusprotsess kiireneb sedamööda, mida enam tekib selle tera ilmutumisel metallilist hõbedat. On tera kord juba ilmutuma hakanud, siis ilmutub ta kogu ulatuses. Niisiis oleneb säritusajast ilmutusvõimeliste terade hulk, mitte aga üksikute terade tumenemisaste. Teiste sõnadega, pindala tumeduse määrab särituse tagajärjel tekkinud ilmutusvõimeliste terade hulk, sest et iga tera

kord alanud ilmutumine kulgeb lõpuni. Enamsäritatud pindalal on ilmutusvõimelisi teri rohkem kui vähemsäritatud pindalal.

Ilmutumise varjatud perioodi pikkus (induktsiooni periood) sõltub ka säritusest. Särituse suurendamisega (teatud piirini) väheneb see periood.

Ilmutusprotsessi uurimused tugeva suurendusega mikroskoobi abil võimaldasid selgitada üksiku tera ilmutumise käiku. Need uurimused aga ei anna veel vastust küsimusele, miks ilmutusprotsess eelistab teatavaid teri, s. t. küsimusele: mispärast küllaldaselt säritatud tera ilmutub mõne minuti pärast, aga säritamata tera võib ilmutuda ainult ilmutilahuse mitmetunnilise toime tulemusena?



Joon. 38. Skeem, mis kujutab üksiku tera ilmutusprotsessi ilmutava aine osakeste kuhjumise (adsorptsiooni) tagajärjel latentse kujutise algetel (mustad laigud tera servadel). Nooltega on näidatud piirid terade ja latentse kujutise algete vahel, milledel toimub ilmutumine. Adsorbeeritud molekulide arv suureneb ilmutumise arenguga.

Ilmutusprotsessi eelistava iseloomu seletuse andis nõukogude õpetlane A. I. Rabinovitš. Emulsioonisse difundeeruva ilmutilahuse ilmutava aine molekulid on algul jaotatud ühtlaselt. Kuid hõbebromiiditerade pinnal oleva latentse kujutise osakeste juures suureneb tunduvalt ilmutava aine molekulide kontsentratsioon, võrreldes säritamata hõbebromiiditerade ümber olevate molekulide kontsentratsiooniga. Seega tekib ilmutuskeskuste ümber ilmutava aine molekulide suhteliselt tihe kuhjumine (joon. 38).

Ilmutava aine molekulide suure arvu tõttu ilmutuskeskuse ümber taandub nende keskuste vahetus läheduses olev hõbe-

bromiid kiiremini. On ju teada, et keemilise reaktsiooni kiirus sõltub reageerivate ainete kontsentratsioonist.

Taandumise teel moodustunud metallilise hõbeda aatomid koonduvad hõbeda tuumadeks ning nende pindala suureneb. Koos sellega suureneb ka ilmutava aine adsorbeeritud molekulide arv ning sellepärast kiireneb nende terade ilmutumine.

Loori põhjustavad suured sensibiliseerivad tuumad valguse poolt mõjutamata emulsiooniteradel. Need suured tuumad tekivad emulsiooni valmistamisprotsessis. Mida rohkem on suurte sensibiliseerivate tuumadega hõbebromiiditerasid võrreldes väikesetuumaliste hõbebromiiditeradega (kuni säritamiseni), seda suurem arv terasid ilmutub „eelistamatult", s. t. seda tihedamaks osutub loor. Et kaaliumbromiid samuti adsorbeerub ilmutuskeskuste pinnal, siis leiab siin aset võistlus, s. t. kaaliumbromiid takistab ilmutava aine molekulide ligipääsu ka sellistele teradele. Selle tagajärjel pidurdub ilmutilahuses oleva kaaliumbromiidi ülekülluse puhul loori tekkimine.

Kui hõbebromiidikristallide ümber ei ole ilmutuskeskusi, siis ei toimu taandumisprotsess üldse või kulgeb väga aeglaselt. Selle tulemusena on säritatud ja säritamata hõbebromiidikristallide ilmumise ajad väga erinevad. Seda nähet nimetataksegi ilmutilahuse eelistavaks toimeks.

25. ILMUTILAHUSTE PÕHIOMADUSI.

Eespool kirjeldasime üldjoontes ilmutamisel toimuvate nähtuste olemust ja selgitasime ilmutilahustesse kuuluvate ainete keemilist toimet.

Ilmutilahuste fotograafiline iseloomustus tekitab küllalt suuri raskusi. Raskused seisavad selles, et ilmuti toime sõltub suuresti tema koostisest. Näiteks paraamiidofenool-ilmuti võib olla kas aeglaselt või kiiresti töötav, olenevalt kasutatavast leelisest. Selle tagajärjel ei või ilmutilahuseid liigitada mitte ainult neis esineva ilmutava aine järgi, vaid peab arvestama kogu ilmutilahuse toime iseloomu.

Ilmutilahuste tähtsaimad omadused on:

1) ilmutamise kiirus;
2) praktiliselt saavutatav maksimaalne kontrastsuskoefitsient — gamma (γ);

3) looritekitamise omadus;
4) mõju fotokihi valgustundlikkusele ja fotograafilisele ulatusele;
5) mõju ilmutatava kujutise teralisusele;
6) ilmutilahuse säilivus tarvitamata olekus;
7) ilmuti töövõime.

Ilmutamise kiirus.

Ilmutamise kiirus on ilmutilahuse põhiline omadus. Mida kiiremini töötab ilmuti, seda kiiremini lõpeb kujutise tekkimine. Ilmutamise kiirus sõltub peamiselt ilmutava aine liigist, leelisest ja nende kontsentratsioonist. Samuti on ilmutamise kiiruse täht-saks teguriks ilmutilahuse temperatuur: mida kõrgem on temperatuur, seda kiiremini kulgeb ilmutusprotsess, ja vastupidi, mida madalam ta on, seda aeglasemalt töötab ilmuti. Väga madala temperatuuri juures ei toimu ilmutamine üldse.

Ilmutamise kiirust võib määrata kahel viisil: a) mõõtes aega, mis on vajalik, et eelnevalt valgustatud plaadil saada teatud, näiteks loorist vaevalt erinevat, tihedust, või b) mõõtes aega, mis on vajalik teatava kontrastsuskoefitsiendi (γ) saavutamiseks. Viimane viis on rohkem levinud.

Mida vähem aega nõuab teatud γ, näiteks $\gamma = 1$, saavutamine, seda suurem on ilmutamise kiirus.

Ilmutamise kestus võib kõikuda mõnest sekundist kuni kahe tunnini. Tavalises fotopraktikas on normaalseid ilmutilahuseid kasutades ilmutamise kestus 3—7 minutit, peentera-ilmutitega ilmutades aga 15—30 minutit.

Aeglaselt töötavad ilmutid on väga mugavad, kuna neid kasutades on kerge reguleerida ilmutamise käiku vajaliku tiheduse ja kontrastsuse saavutamiseks. Kogemused näitavad, et aeglane ilmutamine annab täiuslikumaid negatiive kui kiire.

Kontrastsus.

Veel suuremat mõju fotograafilise kujutise iseloomule avaldab ilmutilahuse töötamise kontrastsus.

Kujutise kontrastsus sõltub teatud piires ilmutamise kestusest. Mida kauem kestab ilmutamine, seda suurem on kontrast-

sus. Maksimaalne kontrastsus sõltub peale selle veel fotokihi tüübist. [1]

Fotokirjanduses esineb lahuste retsepte nimetustega pehmelttöötav, normaalselt- ja kontrastselttöötav. Pehmelttöötavad ilmutid ilmutavad harilikult aeglaselt, kontrastselttöötavad aga kiiresti, normaalselttöötavad ilmutid on vahepealse ilmutamise kiirusega. Sensitomeetrilisest seisukohast tähendab see, et kiirelttöötavates ilmutites saavutavad negatiivid kiiresti vajaliku kontrastsuse, pehmelttöötavates aga aeglaselt. Kui aga pehmelttöötavates ilmutites toimetada ilmutamist küllalt kaua, siis omandab negatiiv küllaldase kontrastsuse, mis läheneb selle maksimaalsele astmele.

Nii on kontrastselttöötavad ilmutid harilikult kiirelttöötavad: gamma (γ) saavutab kiiresti praktilise piirväärtuse; pehmelttöötavad ilmutid, vastupidiselt, töötavad aeglaselt ning maksimaalne kontrastsus saavutatakse nendega suhteliselt pika aja jooksul.

Looritekitamise omadus.

Nagu juba öeldud, seisab ilmutusprotsess valguse poolt mõjutatud hõbeda halogeensoola taandamises. Ent peale selle toimub ilmutusprotsessis veel valgusest mõjutamata hõbeda halogeensoola taandamine, s. t. tekib loor.

Ilmutavate ainete hindamine nende looritekitamise omaduse suhtes on väga oluline, sest et loor mõjub kahjustavalt ilmutamise tulemustele, raskendades detailide saamist varjudes ja kutsudes esile vajaduse pikendada säritust positiivprotsessis.

Ilmutavaid aineid võime nende looritekitamise omaduste suurenemise suhtes järjestada: 1) glütsiin, 2) paraamiidofenool, 3) hüdrokinoon ja 4) metool.

Tuleb märkida, et kalduvus loori tekitada sõltub ilmutilahuse koostisest: nii suurendab ilmuti looritekitamise omadust tublisti suur leelisesisaldus, eriti hüdroksüüdide olemasolu; ent kaaliumbromiidi viimine ilmutilahusesse vähendab ilmutamisel loori tunduvalt.

---

[1] Kui aga ilmutamist veel jätkata pärast maksimaalse kontrastsuse saavutamist, siis negatiiv hakkab looristuma ja selle tagajärjel kontrastsus väheneb.

Ilmuti mõju fotokihi valgustundlikkusele ja fotograafilisele ulatusele.

Iga konkreetse fotokihi valgustundlikkus ei ole püsiv ja võib mõnel määral muutuda sõltuvalt ilmutilahuse koostisest. On olemas ilmuteid, mis vähendavad fotokihi valgustundlikkust, sellepärast tuleb nendega töötamisel säritust suurendada, võrreldes tavalise ilmuti kasutamisega.

Mõnedel ilmutitel on aga vastupidine omadus — suurendada valgustundlikkust. Selliste omadustega on ilmuti D-76; seda on otstarbekas kasutada juhul, kui on tegemist mõnevõrra alasäritatud negatiiviga.

Ilmutilahuste koostis mõjub samuti ka fotograafilisele ulatusele, kuigi see pole nii märgatav kui lahuste mõju valgustundlikkusele. Sensitomeetriast on teada, et mida suurem on fotograafiline ulatus, seda kergem on teostada ülesvõtet. Fotokihi küllaldase ulatuse korral avaldub teatav kõrvalekaldumine „õigest" säritusajast nõrgemalt või mõnel juhul ei avalda see üldse mingit kahjulikku mõju. Eriti ilmuti D-76 suurendab mõnevõrra kihi fotograafilist ulatust.

On vaja siiski märkida, et normaalse koostisega ilmutid mõjuvad valgustundlikkusele ja fotograafilisele ulatusele ainult vähesel määral ning see mõju ei oma praktilist tähtsust.

Mõju teralisusele.

Väikeseformaadiliste kaamerate kasutuselevõtmine kutsus esile väga valjud nõuded ilmutatava negatiivi tera iseloomu suhtes. Sellele küsimusele on pühendatud määratu hulk kirjandust. Arvukate uurimustega on kindlaks tehtud, et aeglaselttöötavad ilmutid annavad võrdse ilmutamise kestuse korral suhteliselt peenema tera kui kiirelttöötavad. See ilmutite omadus seletub sellega, et tera suureneb koos kontrastsuskoefitsiendiga. Kuna kiirelttöötavates ilmutites saavutatakse lühikese ajaga gamma suured väärtused, siis on ka nendega ilmutatud negatiivid jämedateralisemad kui aeglaselttöötavates ilmutites, mis annavad madalaid kontrastsuskoefitsiente.

Arvukatest peentera-ilmutite retseptidest annavad märksa väiksema tera ilmutid DK-20 ja D-25. Enamik teisi peentera-ilmuteid vähendavad küll ka kujutise tera tunduvalt, kuid peamiselt alailmutamise tagajärjel.

Ilmuti säilivus ja töövõime.

Need kaks omadust evivad väga olulist tähtsust. Ilmuti säilivus ja töövõime sõltuvad tema koostisest ja võivad kõikuda küllalt suurtes piirides. Ilmuti säilivus (tarvitamata) on seda suurem, mida väiksem on temas leelise kontsentratsioon; ent ilmuti töövõime suureneb, kui temas on rohkem leelist, s. t. leelise suurema kontsentratsiooni korral võib ilmutada suurema hulga materjali.

Nende lühikeste andmetega piirdumegi. Edaspidi kirjeldame mitmesuguseid ilmutilahuste retsepte ja toome nende iseloomustuse.

26. FOTOLABORATOORIUM.

Fotograafilised protsessid toimuvad peaasjalikult pimedas. Sellepärast peab igaüks, kes soovib tõsiselt fotograafia alal tegutseda, soetama endale fotolaboratooriumi. Järgnevalt toome isiklikuks kasutamiseks mõeldud laboratooriumi plaani; selline laboratoorium sobib ka väiksemate ajalehtede ja ajakirjade toimetustele.

Laboratoorium isiklikuks kasutamiseks.

Niisuguseks laboratooriumiks võib kohandada iga pimendatava ruumi, nagu väikese toa, sahvri ja isegi vannitoa. Ühele inimesele on töötamiseks küllalt 3—4 m^2 pinnast. Ent laboratooriumi ruum peab tingimata rahuldama järgmisi nõudeid:

1) olema kuiv ja omama ventilatsiooni; viimane on äärmiselt vajalik sellepärast, et suure veehulga tarvitamise tõttu muutub ruum niiskeks;
2) omama küllalt suurt akent päevavalguse jaoks;
3) äärmiselt soovitav on puhtaveetorustiku olemasolu ja tarvitatud vee äravoolu võimalus.

Laboratooriumi aken tuleb sulgeda luukidega või mustast riidest mitmekordsete eesriietega, nii et ruumi ei satuks väljast ühtki valguskiirt. Selleks, et võimaldada laboratooriumi sisse- ja väljapääsu töö ajal, ehitatakse ukse juurde esik ehk tambuur.

Ilmutamise ja kinnistamise normaalseks kulgemiseks on tarvilik hoida lahuste ja ruumi temperatuuri 18—20° C piires. Ruumi soojendamiseks on sobivam keskküte; kus aga seda ei ole, on parem, kui harilikkude ahjude kütmine toimub väljastpoolt laboratooriumi.

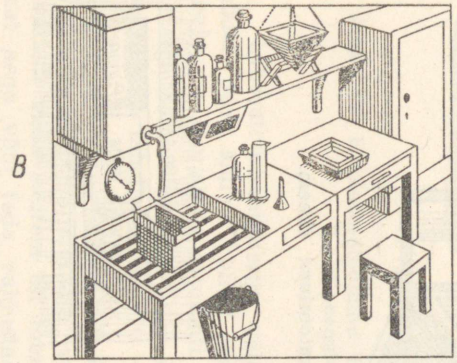
Ühe töötaja jaoks ettenähtud laboratooriumi sisseseade paigutuse skeem on toodud joonisel 39. Mõistagi, kui tuba on teistsuguse põrandapinnaga, võib sisseseade asetust muuta, kuid seejuures peab tingimata kinni pidama järgmistest põhimõtetest: a) ilmutamislaud paigutada eraldi suurendamis- ja kopeerimislauast; b) positiivprotsessi vahendid eraldada ilmutamislauast tihedast mustast materjalist vaheseinaga.

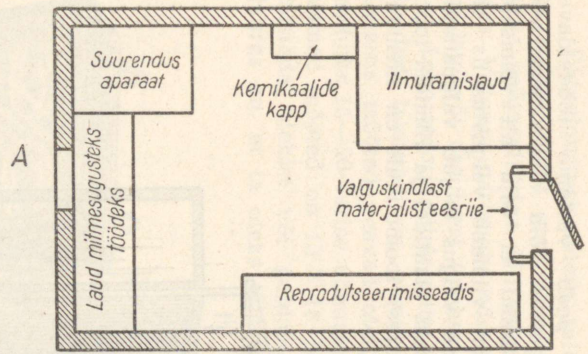
Kellel puudub vajalik põrandapind, võib endale ehitada kapp-laboratooriumi, pinnaga 1—1,5 m^2 ja kõrgusega 2 m. Niisuguse kapi ehitamine on lihtne: on vaja hankida mõned tahvlid vineeri ja sõrestiku jaoks latte. Kapp-laboratooriumi mõõte meie ei too, sest joonise 40 järgi võib selle valmistada iga tisler. Kapi seinte alumisse ossa tehakse avad õhu juurdevoolu jaoks ja lagi valmistatakse ventilatsiooni otstarbel kahekordne (joon. 41). Et valgus ei pääseks alumiste õhuavade kaudu kapi sisemusse, tuleb need varjata katetega. Valguse paremaks absorbeerimiseks peab katted ja kõik ventilatsiooniseadme osad üle värvima musta mati värviga.

Niisuguse laboratooriumi valgustamiseks pole punase valguse jaoks vaja erilist sisseseadet, sest et lambi võib asetada väljapoole akna ette või kasutada isegi päevavalgust. Valgustamiseks vajaliku akna ehitus selgub jooniselt 42. Aken peab olema suletav lükatava luugiga, mis on üle kleebitud tumeda riidega.

Kapp-laboratooriumides, mis asuvad elektervalgustusega korterites, võib teostada ka kopeerimist. Sel juhul on otstarbekam valge ja punane valgus sisse ehitada, mis muudab töötamise tunduvalt mugavamaks. Installatsiooniks ei kõlba kerge isolatsiooniga materjal, vaid selleks peab kasutama hästi isoleeritud elektrijuhtmeid, et vältida lühise tekkimise võimalusi.

Töötamisel valgustatakse laboratooriumi petrooleumi- või elektrivalgusega. Ohutu valgustuse saamiseks kasutatakse erilisi laternaid ja laboratooriumi valgusefiltreid.



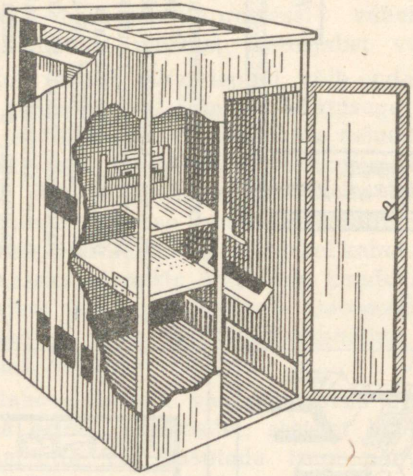


Joon. 39. Laboratooriumi sisseseade paigutuse skeem:

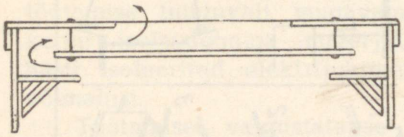
A — sisseseade näitlik paigutus 6—8 m² põrandapinnaga ruumis. B — 4—5 m² põrandapinnaga asjaarmastaja laboratooriumi üldvaade. C — umbes 10 m² põrandapinnaga laboratooriumi sisseseade paigutuse skeem: a — kuivatuskapp; b — suurendusaparaat; c — laelamp kollase valgusega; d — sama punase valgusega; e — ilmutamisvann; f — seiskamisvann; g — kinnistamisvann; h — loputusvann; i — pesemisvann.

Vasakpoolsel joonisel on näidatud kolme eri tüüpi tambuurid fotolaboratooriumi sissekäikude jaoks.

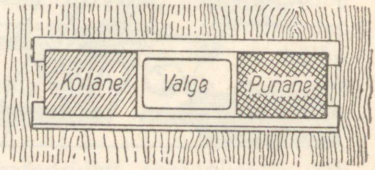
Fotolaboratooriumi valgustus peab vastama töödeldava materjali värvitundlikkusele. Valgustus võib olla otsene või kaudne. Otsese valgustusega laternad ei vaja nii võimsaid lampe kui kaudse valgustusega. Ent viimane valgustusviis on eelistatavam, sest hajutatud kaudne valgus mõjub valgustundlikule kihile vähem; järelikult ei teki plaatidel ja filmidel loori isegi küllalt heleda valgustuse juures; loomulikult on niisugusel juhul töötamine palju kergem.



Joon. 40. Kapp-laboratooriumi skeem.



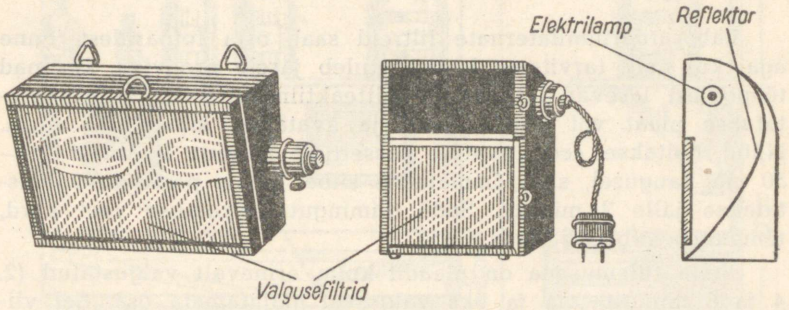
Joon. 41. Kapp-laboratooriumi ventilatsiooniseadis.



Joon. 42. Kapp-laboratooriumi akna skeem.

Üldvalgustuse latern tuleb asetada lae alla. Valgust peab ta andma ainult oma ülemise osa kaudu, mis on suletud vastava valgusefiltriga. Nii valgustab ruumi laest peegeldunud valgus. Valguse paremaks edasiandmiseks kaetagu laterna sisemus ja lagi või osa laest (umbes 1 m^2) laterna kohal valge värviga.

Laboratooriumilaternate tüüpe on väga palju. Joonisel 43 toodud laternad on otsese (A) ja peegelduva (B) valgusega. Laterna mõõted peavad olema niisugused, et temasse kergesti mahuks 15—20-vatise võimsusega lamp. Valgusefiltri kõige sobivamad mõõted on 13 × 18 ja 18 × 24 cm. Laternaid võib valmistada plekist või puidust. Peamiseks nõudeks iga laterna juures on, et ta oleks täiesti valguskindel.



Joon. 43. Fotolaboratooriumi laternaid: A — otsese valgusega, B — peegelduva valgusega.

Laboratooriumilaterna valgusefilter peab rahuldama kahte nõuet: peab andma küllalt heledat nähtavat valgust ja ei tohi seejuures looristada fotokihti.

Iga fotokihi tüübi jaoks on nõutav oma erivalgustus, mis on toodud tabelis lk. 96.

Pankromaatilist filmi on parem töödelda täiesti pimedas.

Laboratooriumilaternate valgusefiltrid ei ole absoluutselt kindlad: mida suurem on fotokihi valgustundlikkus, seda lühemat aega võib teda valgustada mitteaktiinse valgusega ilma loori tekkimise ohuta.

Mitteaktiinne laboratooriumivalgustus.

Valgusefiltri värvus	Missuguse valgustundliku materjali töötlemisel kasutatakse
Oranž	Fotopaber, diapositiivplaadid, positiivfilm
Helepunane	Sensibiliseerimata reproduktsioonplaadid
Punane	Ortokromaatiline materjal
Tumepunane	Isoorto, sensibiliseeritud reproduktsioonplaadid
Väga tume punane	Isokromaatiline materjal
Tumeroheline	Pankromaatiline materjal

Laboratooriumilaternate filtreid saab osta fotoäridest. Enne aga, kui neid tarvitama hakata, tuleb järele proovida, kas nad tõepoolest lasevad läbi ainult mitteaktiinseid kiiri. Selleks asetatakse plaat või film kassetti ja avatakse siiber ¼ võrra. Nüüd hoitakse seda avatud kassetti 2 minutit laternast 40—50 cm kaugusel, siis tõmmatakse siiber poole peale ja valgustatakse jälle 2 minutit. Seda toimingut korratakse veel kord, tõmmates siibri ¾ osas välja.

Selle tulemusena on plaadil kolm erinevalt valgustatud (2, 4 ja 6 minutit) ala ja üks valgusest mõjutamata osa. Sel viisil valgustatud plaat ilmutatakse täiesti pimedas, kasutatava ilmuti retseptis näidatud aja jooksul, kinnistatakse, pestakse ja kuivatatakse.

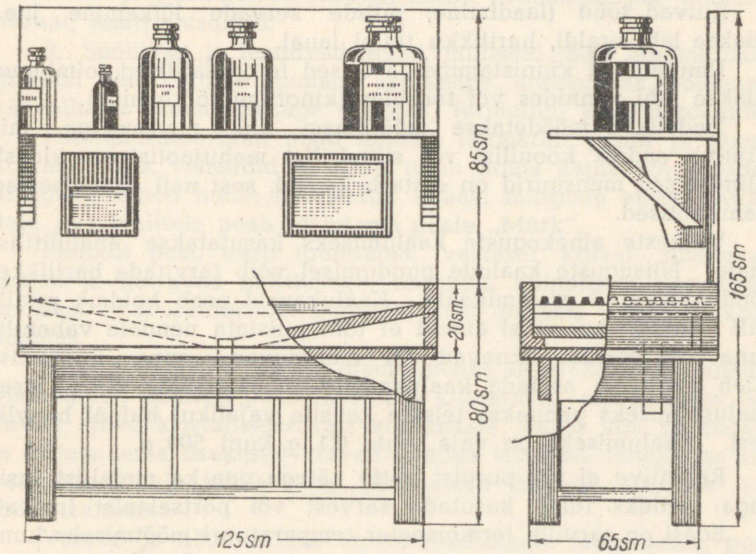
Kui valgusefilter on hea, siis ei tohi plaadi valgustamata ja valgustatud osade vahel olla mingeid erinevusi. Nõrgalt hallikas tumenemine plaadi osas, mida valgustasime 6 minutit, näitab, et valgusefilter laseb läbi aktiinseid kiiri; ent niisuguse filtriga võib siiski veel töötada. Kui aga tumenes teine või kolmas valgustatud osa, siis niisugune valgusefilter ei kõlba ning tuleb asendada uuega.

Valgusefiltri želatiini värvimiseks kasutatud värv pleekub aja jooksul, mistõttu filter hakkab läbi laskma aktiinseid kiiri. Sellepärast peab laboratooriumilaternate valgusefiltrite kontrollimist teostama iga kahe-kolme kuu tagant.

Mitteaktiinset valgustust ei tohi taotella elektrilambile punase riide või paberi ümbersidumise teel, sest niisugusel juhul saavad negatiivid alati soovimatut valgustust.

Fotolaboratooriumi inventar.

Peaaegu kõik fototööd nõuavad suurel hulgal vett, sellepärast peab laboratooriumi veega varustamisele pöörama erilist tähelepanu. Soovitav oleks jooksev vesi, s. t. võimaluse korral tuleks laboratoorium ühendada puhtaveetorustikuga ja roiskvee kanalisatsiooniga. Väikese töömahu juures esinevaid



Joon. 44. Fotolaboratooriumi laua skeem.

vajadusi rahuldab töökohast kõrgemale asetatud paak veetagavaraga, millest vesi toru abil juhitakse soovitavasse kohta töölaual; tarvitatud vee jaoks olgu laua all vastav nõu.

Laboratoorsete tööde juures on nõutav spetsiaalne laboratooriumilaud ilmutamiseks, kinnistamiseks ja pesemiseks. Nii-

suguse laua konstruktsioon võib olla mitmesugune, kuid üldjoontes on nad kõik enam-vähem järgmised: laua ülemine osa koosneb keskelt kallaka põhjaga kastist, mis ühendatakse toru abil roiskvee kanalisatsiooniga. Laua kast valmistatakse tihedast puidust ja vooderdatakse seestpoolt pliiplekiga. Pliivoodri asemel võib kasti ka hoolikalt pahteldada ja katta veekindla lakiga või õlivärviga. Vooderdamine raudplekiga pole otstarbekas, sest lahused söövad selle kiiresti läbi ning seepärast tuleb seda tihti vahetada. Kasti põhja, 8—10 cm kõrgusele alusele paigutatakse puust rest, millele asetatakse vannid ja paagid. Kasti alla tehakse riiul vannide paigutamiseks vertikaalses asendis. Joonisel 44 on toodud laboratooriumilaua skeem.

Kuivad tööd (laadimine, piltide servade lõikamine jne.) viiakse läbi eraldi, harilikku tüüpi laual.

Ilmutamine, kinnistamine ja teised fotograafilised toimingud viiakse läbi vannides või toosides (kinofilmi töötlemine).

Vedelikke mõõdetakse mõõtklaasi ehk mensuuriga, mis kujutab endast koonilist või silindrilist mahujaotistega klaasi. Silindrilised mensuurid on otstarbekamad, sest neil on täpsemad mahujaotised.

Väikeste ainekoguste kaalumiseks kasutatakse analüütilisi kaale. Niisuguste kaalude puudumisel võib tarvitada harilikke, nõndanimetatud grammikaale. Kaalukausid peab hoidma piinlikult puhtad: keemilisi aineid ei tohi puistata nendele vahetult, kuna nad seeläbi riknevad või määrduvad; enne kaalumist tuleb tingimata asetada kaalukausile puhas paber, mille tasakaalustamiseks pannakse teisele kausile vajalikul hulgal haavlikesi. Kaalumiseks on vaja vihte 0,1 g kuni 500 g.

Reaktiive ei või purgist võtta kätega ega ka metallist lusikaga; selleks tuleb kasutada sarvest või portselanist lusikat.

Edasi on tarvilik termomeeter temperatuuri mõõtmiseks kuni 100° C. Sellega määratakse lahuste temperatuuri, sest fotograafilised protsessid nõuavad täpset kinnipidamist temperatuuri režiimist. Negatiivide kuivatamist toimetatakse erilistel kuivatusraamidel. Positiivprotsessiks on vajalikud kopeerimisraam ja suurendusaparaat.

Negatiivide ja positiivide kiireks kuivatamiseks kasutatakse sooja õhu tsirkulatsiooniga kuivatuskappi; see võimaldab negatiive ja positiive kuivatada elektrienergia tühise kuluga.

Fotograafias vajalikud keemilised ained peavad olema puhtad. Mõned neist ei nõua erilisi säilitamise tingimusi, teised aga vastupidiselt — lagunevad ja riknevad kiiresti, kui neid ei säilitata nõuetele vastavalt. Anname lühikesi juhendeid enamtarvitatavate ainete säilitamiseks.

1. Kemikaalid, mis säilivad hästi ja ei nõua erilist ettevaatust, välja arvatud hoidmine kuivas kohas: hüposulfit, kaaliumalumiiniummaarjas, booraks, boorhape, kaaliumdikromaat, kaaliumbromiid, punane veresool, glaubrisool.

2. Kemikaalid, mida tuleb säilitada tiheda korgiga suletud purgis: hüdrokinoon, metool, paraamiidofenool, glütsiin, potas, naatrium- ja kaaliumhüdroksüüd, sulfit, kroommaarjas, uranüülnitraat, naatriumsulfiid.

3. Sööbivad ja lenduvad ained, milliseid peab hoidma hästi lihvitud klaaskorgiga anumas: äädikhape, ammoniaak, soolhape, väävelhape, lämmastikhape, piiritus, formaliin, kaaliumrodaniid.

Fotolaboratooriumi peab hoidma laitmatult puhta ja täiesti korras. Kõik vahendid ja nõud tuleb hoida kapis või riiulitel. Mürgised ained hoida lukustatud kohas; mürgiste ainete purkidele ja pudelitele peab kirjutama peale „Mürk".

Pimikut peab hästi tuulutama, vastasel korral niiskuvad seinad ja kattuvad hallitusega, tingituna hulgalisest vee kasutamisest. Laboratooriumi põrandat peab pesema vähemalt kord nädalas.

Laboratooriumis peavad olema mõned käterätikud ja kaltsud. Mahaläinud lahused peab kohe ära kuivatama, sest lahuses leiduvad ained kristalliseeruvad kuivamisel lauale või põrandale ja hiljem tema osakesed võivad sattuda teistesse lahustesse või valgustundlikule kihile ning põhjustada laikude, täppide või loori tekkimist.

Vannid ja nõud, milles teostatakse ainete lahustamist, peavad olema alati puhtad. Nende korratu hoidmine tingib negatiividel ja positiividel laikude, loori ja teiste vigade ilmumise. Aeg-ajalt peab vanne põhjalikult puhastama. Üks paremaid retsepte sadestiste kõrvaldamiseks on kaaliumdikromaadi ja väävelhappe lahus (kroomi segu):

vett	kuni	1000 cm^3
kaaliumdikromaati		90 g
väävelhapet, kontsentreeritud		96 cm^3

Seda lahust peab käsitsema ettevaatlikult, kuna ta on väga sööbiv ja mürgine. Sellega võib puhastada ainult portselanist ja klaasist nõusid; lahust lastakse nendele mõjuda 5 minutit ja siis loputatakse nõusid mõned korrad sooja veega. Lahust võib kasutada korduvalt. Säilitada tuleb teda lihvitud klaaskorgiga pudelis.

Sageli katab vanne ja ilmutustoose must hõbeda sadestis. Seda saab kõrvaldada farmeri nõrgendajaga (vt. allpool), mida valatakse vanni 10—15 minutiks.

Hüposulfiti poolt tekitatud mustus kõrvaldatakse vannidelt lahusega:

vett	100 cm^3
soodat, kristallilist	20 g

Negatiivide arhiiv.

Fotograaf peab juba esimestest sammudest oma töös õppima korralikult ja hoolikalt suhtuma negatiividesse.

Korratult laualaegastesse või riiulitele visatud, ümbrikesse ja karpidesse paigutatud, teemade või aastate järgi süstematiseerimata negatiivid mitte ainult lähevad kaduma, vaid muutuvad peatselt kõlbmatuks, kui nende juures pole täidetud elementaarseid nõudeid pikemaajaliseks säilitamiseks. Peale selle kulub negatiivide korratu alalhoidmise juures vajaliku negatiivi leidmiseks tarbetult palju aega.

Negatiivprotsessi täieliku tundmaõppimise üheks tingimuseks on ka negatiivide õigeaegne ja hoolikas arvestamine ning säilitamine. Ei tule ainult õppida häid negatiive valmistama, vaid peab ka teadma, kuidas neid pikema aja jooksul paremini säilitada.

Negatiivide ratsionaalne arvestamine ja säilitamine peab 1) kaitsma negatiive juhuslike, peamiselt väliste mehaaniliste vigastuste eest; 2) tagama negatiividekogu mugava ja kiire käsitsemise.

Plaate ja tasafilme hoitakse eraldi poolläbipaistvates vastavaformaadilistes ümbrikes.

Niisugusesse ümbrikku pannakse üks plaat või üks tasafilm emulsioonikihiga vastu ümbriku esikülge; ümbrik omakorda asetatakse serviti vastavaformaadilisse kitsasse kasti (võib kasu-

tada müügilolevaid kartoteegikaste). See negatiivide säilitamise viis on üks ratsionaalsemaid.

Ebamugavam on negatiive säilitada karpides lapiti üksteisele asetatuna. See meetod raskendab vajaliku negatiivi leidmist ja põhjustab vigastusi ümberladumisel.

Negatiive ei või karpi asetada üksteisest isoleerimatult (paberilehekesega, ümbrikuga), sest plaatide omavahelisel kokkupuutumisel võib kannatada nende emulsioonikiht. Plaate võib hoida ümbrikkudeta ainult selleks eriti kohandatud, vastavate soontega (sisselõigetega) kastikestes, kuhu negatiivid asetatakse serviti üksteisest eraldatuna. Negatiive tolmu eest kaitsva kaane sisekülge kasutatakse negatiivide arvestamiseks (nimekirja jaoks).

Kinofilm-negatiivide säilitamiseks kasutatakse albumeid, mis koosnevad mõnekümnest väikesest piklikust ümbrikust. Viimased valmistatakse poolläbipaistvast paberist ja köidetakse kokku lühemast servast, teine lühike serv jäetakse avatuks. Niisugusesse ümbrikku mahutatakse korraga mitu (kuni viis) filmnegatiivi (harilikult ühe ja sama süžee teisendid).

Mõned fotoreporterid kasutavad edukalt üksikute kinofilmnegatiivide säilitamiseks müügilolevaid filatelistide margialbumeid, mis koosnevad taskutega lehtedest.

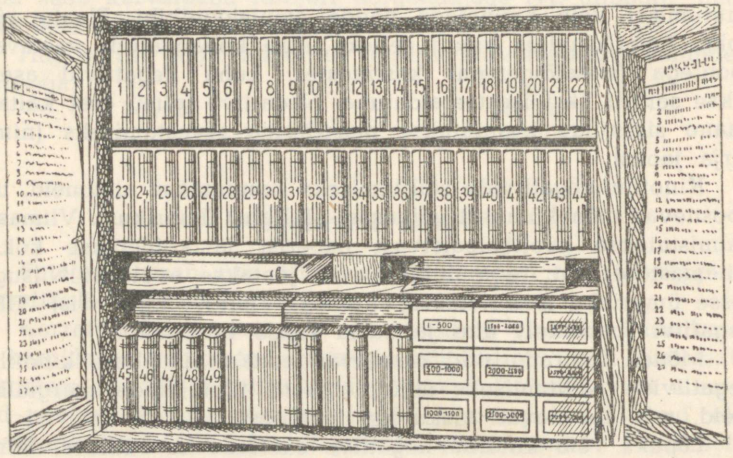
Lõpuks võib kinofilm-negatiive säilitada ka rullides. Filmirullide hoidmiseks tuleb teha erilised kastikesed, mille sees on horisontaalsed vaheseinad; viimased on varustatud ümmarguste, 2—2,5 cm. läbimõõduga avaustega. Film keeratakse rulli emulsioonikihiga sissepoole.

Kõik negatiivid (ka kastid, kui neid on mitu) varustatakse järjekorra numbriga, milline märgitakse koos lühikese pealkirjaga ümbriku esiküljele. Vastavalt nendele numbritele koostataksegi nimistu terve negatiivihoidla kohta. Samuti on kasulik sisse seada raamat, milles negatiivid liigitatakse suuremate teemade järgi, näiteks valimised, rahvavabariigid, lapsed ja kool, kommunistlikud noored, noorsugu jne.

Väga kasulik on sisse seada negatiivide põhifondile (teise järgu kogu välja arvatud) vastav kontaktkoopiate album; selline album kergendab suuresti vajalikkude negatiivide leidmist.

Joonisel 45 toome näitena ühe Moskva fotoreporteri negatiivide arhiivi. See enam kui 30 000 kinofilm-negatiivist koosnev

arhiiv on paigutatud väheldasse kappi. Joonisel on kujutatud selle kapi ülemine osa. Kahele ülemisele riiulile on paigutatud kontaktkoopiate albumid, nende all asuvad negatiivide kataloogid. Paremal all asetsevad karbid kolme tuhande väärtuslikuma negatiiviga (iga negatiiv on eraldi ümbrikus). Ülejäänud negatiive hoitakse kapi alumises pooles.



Joon. 45. Negatiivide arhiivi kapp.

27. ILMUTILAHUSTE VALMISTAMISE TEHNIKA.

Valmis ilmuteid on müügil kahel kujul: a) klaaspadruneis pulbrina, mis tuleb enne tarvitamist vees lahustada, ja b) kontsentreeritud lahusena pudelites; neid lahuseid lahjendatakse enne tarvitamist veega. Pakendi etiketile on märgitud juhendid, millises veehulgas tuleb lahustada pulbrilist ilmutit ja kui palju vett peab lahjendamiseks lisama kontsentreeritud ilmutile.

Vajalikku veehulka mõõdetakse mensuuriga. Vesi peab olema keedetud. Et pulbriline ilmuti kiiremini lahustuks, võib teda lahustada kuumas (mitte üle 50° C) vees; enne tarvitamist peab lahuse jahutama toatemperatuurini. Parem on toimida järgmiselt: lahustada pulber väiksemas hulgas kuumas vees,

kui etiketil märgitud, ja kui kõik on juba lahustunud, siis lisada juurde külma vett kuni vajaliku mahuni. See moodus võimaldab kiiret lahustumist ja kiiret jahutamist vajaliku temperatuurini.

Ilmutilahust võib kasutada ainult pärast pulbri täielikku lahustumist, kuna tema lahustumata osakesed võivad tekitada negatiivil täpikesi.

Pulbrilise ilmuti lahustamiseks võib kasutada harilikku teeklaasi. Kontsentreeritud ilmuti puhul tuleb alul mensuuriga välja mõõta vajalik kogus kontsentreeritud ilmutit, valada see lahuse koostamiseks määratud nõusse (soovitav on kasutada klaaspurki) ja siis lisada nõutav hulk vett. Ilmutilahuse võib koostada ka mensuuris samas järjekorras.

Ilmutilahuse koostamine algainetest on mõnevõrra keerulisem. Sel juhul tuleb lahuse kooste-osadest (ilmutav aine, leelis, konserveeriv aine ja loorivastane aine) lahustada esimeses järjekorras konserveeriv aine. Ainult metooli lahustamise juures tuleb teha erand, sest lahustades teda sulfitilahuses tekib valge sadestis. On aga metool juba lahustatud vees või nõrgas sulfitilahuses, siis võib sadestumise esile kutsuda ainult tugevalt kontsentreeritud sulfitilahuse lisamine; sellepärast peab metooli lahustama tingimata esimeses järjekorras. Et vesi sisaldab alati vähesel määral lahustunud õhku, mille hapnik võib metooli hapendada, siis tuleb enne metooli lahustamist lahustada vees näputäis sulfitit, mis kaitseb metooli hapendumise eest, samal ajal aga ei takista tema lahustumist. Seejuures peab tingimata kasutama vastkeedetud vett. Pärast metooli lahustamist võib lisada ülejäänud sulfitilahuse ja alles siis leelise.

Ka järgmised variandid on võimalikud: a) leelise võib lahustada eraldi ja lisada see ülejäänud kooste-osade jahtunud lahusele; b) pärast näputäie sulfiti ja metooli täielikku lahustamist osas vees, lahustatakse sulfit ja leelis eraldi ülejäänud vees; pärast jahtumist valatakse mõlemad lahused kokku.

Peab hoiduma leelise lisamisest kuumale metoolilahusele, sest sel juhul ei suuda sulfit metooli kaitsta hapendumise eest, mis kõrgendatud temperatuuri tõttu on eriti hoogne.

Hapendavate ainete toimel värvub paraamiidofenool-ilmuti mõnikord pruuniks; selle lahuse saab muuta peaaegu täiesti värvituks, kui temale lisada naatriumsulfitit ja pärast seda läbi

keeta. Seejuures peab aga enne karbonaatide lisamist laskma vedeliku täielikult ära jahtuda. Puhtate lähteainete kasutamisel pole selline toiming vajalik.

Kaaliumbromiidi lisamise järjekorral ei ole tähtsust.

Ilmuti valmistamisel peab rangelt kinni pidama järgmistest reeglitest:

1) kõige enne lahustada sulfit ja alles selle järel ilmutav aine (erandi moodustab metool);

2) enne iga järgmise aine lisamist peab jälgima, et eelmine aine oleks täielikult lahustunud;

3) veevaba sooda või sulfiti lahustamiseks tuleb need puistata vette, seejuures vett pidevalt segades; vett aga nendele peale valada ei tohi, sest niisugusel juhul tekib pinnale koorik, mis lahustumist tublisti aeglustab.

Ilmuti võib koostada kahes lahuses: ühte lahusesse viia ilmutav aine ja sulfit, teise — leelis ja kaaliumbromiid. Leelise eraldamine vähendab ilmuti hapendumise ohtu ning võimaldab tema säilitamist värskena pikemaks ajaks.

Ilmutava aine säilivuse suurendamiseks asendatakse kahest lahusest koosnevas ilmutis kas kogu või osa sulfitit naatriumbisulfitiga või kaaliummetabisulfitiga, sest need kaitsevad ilmutavat ainet hapendumise eest paremini; sel juhul peab aga ilmutilahuses suurendama leelise kontsentratsiooni.

Kontsentreeritud ilmutilahuste valmistamisel tuleb arvestada asjaolu, et varulahus peab taluma jahutamist kuni 5° C ilma et seejuures ükski tema kooste-osa lahusest välja kristalliseeruks. Ilmuti maksimaalselt võimalik kontsentratsioon määratakse tema kõige vähem lahustuva kooste-osa järgi.

Paraamiidofenool-ilmuti kontsentreeritud lahust soodaga on raske valmistada paraamiidofenooli väljalangemise tõttu; paraamiidofenooli lahustuvust võib aga siiski tõsta sellega, et väike osa soodast asendatakse naatriumhüdroksüüdiga; see annab energilisema ilmuti.

Kontsentreeritud ilmutite koostamisel on tähtis eriti rangelt täita neid üldisi juhendeid, mis on toodud harilikkude ilmutite valmistamise kohta; eriti tähtis on lahuse säilitamisel võimalikult madalam temperatuur, et vältida ilmuti värvumist.

Selleks, et määrata võimalikkude nurjumiste põhjusi endakoostatud ilmuti kasutamisel, on tarvis teada, missugused nähtused esinevad, kui ained segatakse vales järjekorras, kui lahuses mõni kooste-osa üldse puudub või kui esineb lisaaineid. Piirdume tähtsamate ebasoodsate tagajärgede vaatlemisega.

Ilmuti annab keemilise loori. Loor on tingitud järgmistest põhjustest:

a) ained ei ole segatud ettenähtud järjekorras;
b) liialt kuumade lahuste segamisest;
c) kaaliumbromiidi puudumisest;
d) liigsest leelisehulgast;
e) sulfiti vähesusest;
f) ebapuhtate ainete kasutamisest;
g) ilmuti kokkupuutumisest nahaga, tinaga, vasega, punase kummiga.

Ilmuti on värviline. Reeglina peab valmistatud ilmuti olema värvuseta; on ta aga värviline, siis on sagedasti selle põhjuseks ilmutava aine hapendumine leelise toimel või on nõud halvasti pestud. Nõrk värvus ei takista töötamist.

Ilmuti ei ilmuta. Ilmutav aine või leelis on lahusest välja jäänud.

Eraldub valge kristalliline sadestis. See nähtus esineb mõnikord metooli kasutamisel. Sadestis lahustub mõnikord 5% etüülalkoholi lisamisel. Kui niisugune abinõu ei anna tulemusi, võib sadestise lahustada sooda või potase lisamisega või ilmutit veega lahjendades.

Puudutame ilmutilahuste kasutamiskõlblikkuse kestust.

Võib arvestada sellega, et ilmuti säilib väga kaua, kui ta on valmistatud keedetud veega ja pudel täidetakse kaelani ning suletakse õhukindla korgiga.

Kui aga ilmuti peale jääb õhku või pudelit ei suleta õhutihedalt, siis hapendub ilmuti kiiresti. Hapendumise tunnuseks on ilmutilahuse kollane või tumepruun värvus.

Kontsentreeritud ilmutilahused säilivad paremini kui lahjendatud, eriti kui naatriumsulfiti asemel tarvitada kaaliummetabisulfitit või naatriumbisulfitit. Pikaajaliseks säilitamiseks määratud ilmutid tuleb alati koostada kahes lahuses.

28. NÄHTAV ILMUTAMINE VANNIDES.

Me ei hakka kirjeldama elementaarset plaatide käsitsemisviisi ilmutamisel; olgu vaid öeldud, et plaati ilmutisse pannes peab tähelepanelikult jälgima, et lahus kataks korraga kogu plaadi pinna; erilist tähelepanu tuleb pöörata sellele, et plaadile ei jääks õhumulle. Plaadi ebaühtlane kattumine kiireltöötava ilmutiga võib põhjustada negatiividel parandamatute vöötide ja laikude tekkimise; väikesed õhumullid plaadi pinnal takistavad nendes kohtades ilmuti toimet valgustundlikule kihile ning tulemuseks on valged täpid ja laigukesed negatiivil.

Neid vigu võib vältida, kui kasutada järgmist võtet: vasaku käega kallutatakse vann koos ilmutiga küllalt suure nurga all ühele servale; parema käega võetakse plaat servadest ja asetatakse kergelt kallutatuna vanni põhja. Seejärel lastakse plaat lahti ja samaaegselt viiakse vann horisontaalsesse asendisse. Ühte vanniserva kogunenud ilmuti katab plaadi kiiresti ja ühtlaselt.

Tekkivaid õhumulle võib kõrvaldada vanni kõigutamisega või pehme pintsliga, seejuures peab pintsli viima plaadi pinnale hästi kergelt (mitte kriimustada fotokihti!).

Kõik need toimingud peab teostama kiiresti ja punasest laternast võimalikult kaugemal; eriti kehtib see kõrgetundlikkude ja värvitundlikkude plaatide juures. Vastasel korral võib tekkida kujutist kattev loor. Vann on soovitav katta papist kaanega või asetada ta nii, et latern plaati otseselt ei valgustaks.

Ilmutamise ajal peab vanni aeg-ajalt kallutama; sellega saavutatakse valgustundliku kihi ühtlane kokkupuutumine värske ilmutiga.

Ilmutamise reeglid.

Hõlpsamaks meelespidamiseks toome ilmutamise põhireeglid kokkuvõetult.

1. Enne ilmutamist tuleb ette valmistada kõik lahused, seada korda pimik, loputada vannid ja asetada nad vajalikku järjekorda.
2. Süüdata mitteaktiinne ja kustutada valge valgus.
3. Plaat või film võtta välja laterna otsese valguse piirkonnast kaugemal.

4. Tühjad kassetid panna riiulile, et nendele ei satuks lahuseid.

5. Et vältida laikude ja vöötide tekkimist, tuleb plaat või film ilmutisse asetada nii, et lahus kataks korraga kogu plaadi (filmi) pinna.

6. Ilmutamise ajal kallutada aeg-ajalt vanni või keerutada ilmutamistoosi spiraali.

7. Ilmutuskäigu kontrollimiseks võtta plaati vannist välja võimalikult harvem, sest sagedane plaadi väljavõtmine võib olla loori tekkimise põhjuseks.

8. Enne kinnistisse asetamist loputada plaati (filmi) vees põhjalikult.

9. Jälgida, et kinnistit ei satuks ilmutisse ja ilmutit kinnistisse, sest see rikub nii ühe kui teise lahuse ja mõjub halvasti negatiivi kvaliteedile.

10. Töö lõpetamisel tuleb kõik lahused valada pudelitesse või valada nad välja, kui nad on muutunud tarvitamiskõlbmatuks; loputada vannid puhta veega ja asetada serviti.

29. ILMUTAMISE LÕPU MÄÄRAMINE VAATLEMISE TEEL.

Ilmutuskäigu jälgimiseks võetakse ortokromaatiline plaat vannist välja ja vaadatakse laterna lähedal vastu valgust. Seda ei tohi aga teha liiga sageli ja plaati ei või kaua hoida laterna valguses, sest ka mitteaktiinne valgus mõjub mõnel määral valgustundlikule kihile ning võib esile kutsuda loori. Peale selle võib loori tekkimist põhjustada valgustundliku kihi sagedane kokkupuutumine õhuga.

Et veenduda, kas on ilmunud kujutise jälgi, selleks võib vanni viia laterna lähedusse ja vaadelda plaati läbi ilmuti kihi. Normaalselt valgustatud plaadil ilmuvad esimesed kujutise jäljed metoolhüdrokinoon-ilmuti lahuses 20° C temperatuuri juures harilikult 30—40 sekundi jooksul. Teine vaatlus tuleb teha poolteise-kahe minuti pärast. Selleks võetakse plaat välja, tuuakse laterna juurde ja vaadatakse vastu valgust, kas eseme heledatele kohtadele vastavad alad on negatiivil küllalt tumenenud.

Kui ilmutamise tulemuse edaspidisel kontrollimisel selgub, et valguslaigud on muutunud tihedaks, peaaegu läbipaistmatuks, negatiivi heledates kohtades (varjudes) aga on ilmunud kõik

detailid, s. t. eseme kujutis on välja töötatud üksikasjaliselt, kõigi üleminekutega valgustelt varjudele, siis võib plaadi ilmutamise lugeda lõppenuks. Vastasel korral asetatakse plaat mõneks ajaks uuesti ilmutisse. Umbes iga poole minuti järel vaadatakse plaati uuesti laterna ees, ning sõltuvalt tema seisundist kas ilmutatakse edasi või loputatakse vees ja asetatakse kinnistisse.

Plaati peab enne kinnistisse panemist tingimata vees hästi loputama.

Ilmutamise lõpumomendi määramine on kõige raskem ja vastutusrikkam ülesanne. Ainult aja jooksul õpib fotograaf ilmutamise lõppu õigesti määrama. Esialgu segab teda tublisti punane valgus, mille juures negatiiv näib tihedam ja kontrastsem kui valges valguses. Sageli unustatakse ka, et pärast ilmutamist jääb fotokihti kaunis suur hulk taandumata hõbebromiidi, mis vähendab negatiivi läbipaistvust vastu valgust vaatlemisel. See hõbebromiid kõrvaldatakse kinnistamisega.

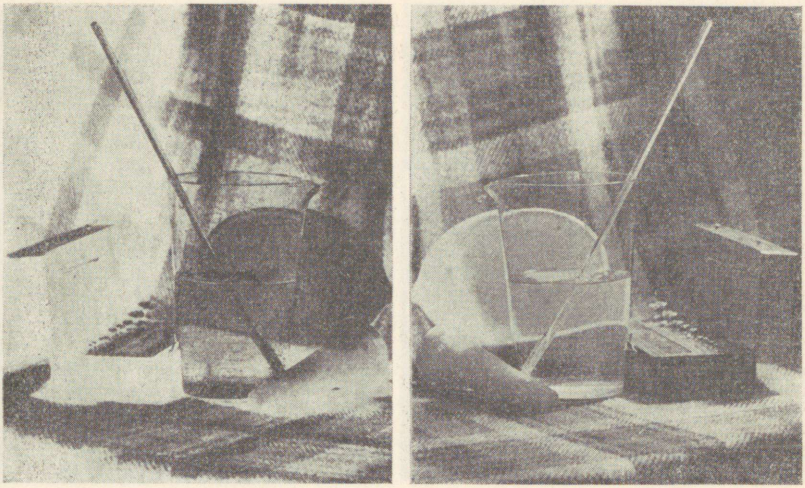
Unustades selle nähtuse, teevad algajad fotograafid sageli vea — lõpetavad ilmutamise varem kui vaja; selle tulemusena saadakse aga vähekontrastsed ja nõrgad negatiivid, mis ei oma tarvilikku tihedust ning on puudulikult läbitöötatud detailidega.

Ilmutamise lõpumomendi määramisel tuleb juhinduda veel ühest tunnusest: tavaliselt on plaadi servad kassetis valguse toime eest kaitstud. Nendes kohtades ei tohi hõbebromiid taanduda ning seepärast peavad servad valgeks jääma. Ilmumise normaalsel kulgemisel ongi see nii. Kuid plaati liialt kauaks ilmutisse jättes algab hõbebromiidi taandumine ka valgusest mõjutamata kohtades ning aegamööda hakkab tekkima loor.

Loori ilmumine normaalselt säritatud plaadi servadele on ilmutamise lõpetamise signaaliks. Plaadi kauemaks ilmutisse jätmisel ei toimu kujutise detailide väljailmumine täielikumalt, vaid vastupidi — tekkiv loor koguni katab varjude peeni detaile.

30. SÄRITUSAJA JA ILMUTAMISE KESTUSE MÕJU NEGATIIVI KVALITEEDILE.

Negatiivi iseloom sõltub säritusest ja ilmutamise kestusest. Nii võime säritusajast olenevalt saada alasäritatud, normaalselt või ülesäritatud negatiivi.



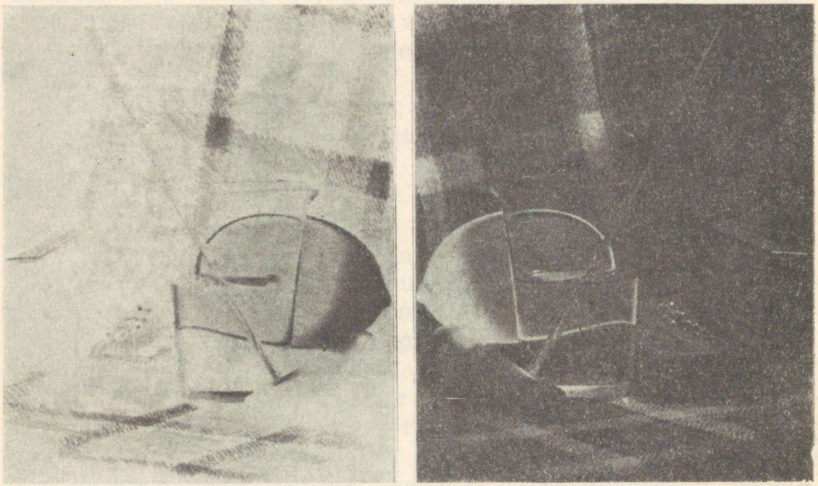
Joon. 46. Normaalselt säritatud negatiiv ja selle positiiv.

Ilmutamise kestust muutes võime saada alailmutatud, normaalselt või üleilmutatud negatiivi. Peale säritusaja ja ilmutamise kestuse avaldab negatiivi iseloomule mõju veel rida teisi tegureid.

Selgitame algul säritusaja mõju.

Normaalse negatiivi saamiseks on nõutav valguse teatud toime valgustundlikusse kihisse, s. t. teatud säritusaeg teatava keskmise valgustuse juures. Ent olenevalt objekti heledusastmiku ulatusest ja fotokihi ulatusest on säritusaja kõikumine mõnevõrra lubatud. Et saavutada pildistamisel rahuldavaid tulemusi, on vajalik, et pildistatava objekti eri piirkondade poolt plaadile antavad valgushulgad asuksid tunnusjoone sirgjoonelisel osal. Suure fotograafilise ulatusega fotokihi korral võib ka mitmesuguste säritusaegadega saada normaalseid negatiive, kusjuures kogu pildistatav süžee asub tunnusjoone sirgjoonelisel osal; sel juhul erinevad võrdse kontrastsuskoefitsiendiga negatiivid üksteisest ainult tiheduselt.

Normaalsel negatiivil on üleminek valgustelt varjudele harmooniline, kusjuures



Joon. 47. Täielikult alasäritatud negatiiv ja positiiv sellest.

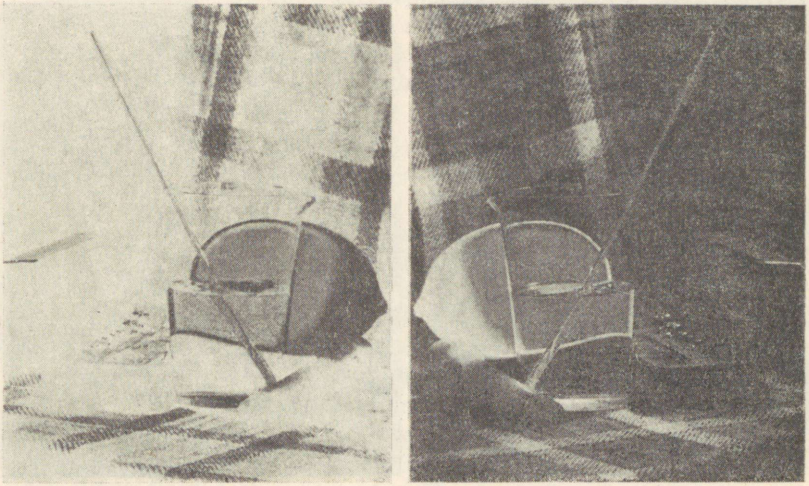
detailid peavad olema hästi läbi töötatud nii valgustes kui ka varjudes (joon. 46).

Väga lühikese särituse korral mõjutatakse objekti varjudele vastavaid negatiivi piirkondi liiga väikese valgushulgaga ja sellepärast ei teki osutatud negatiivi kohtades küllaldaselt ilmutuskeskusi. Antud piirkondades kujuneb tihedus tühiseks, ilmutilahus ei suuda kujutise kõiki detaile välja töötada ning me saame alasäritatud negatiivi.

Alasäritatud negatiivi iseloom võib olla kahesugune, sõltuvalt sellest, kas alasäritus on üldine või osaline. Üldine alasäritus saadakse liiga lühikese säritusaja puhul, mil eseme kõigist osadest saadav valgushulk osutub niivõrd väikeseks, et negatiivi tihedusastmik asetseb tunnusjoone alasärituse piirkonnas.

Üldiselt on alasäritatud negatiiv nõrga tihedusega ja vähese kontrastsusega. Varjudes puuduvad detailid ja isegi valgused on vaevalt märgatavad (joon. 47).

Osaline alasäritus saadakse niisuguse säritusajaga



Joon. 48. Osaliselt alasäritatud negatiiv ja positiiv sellest.

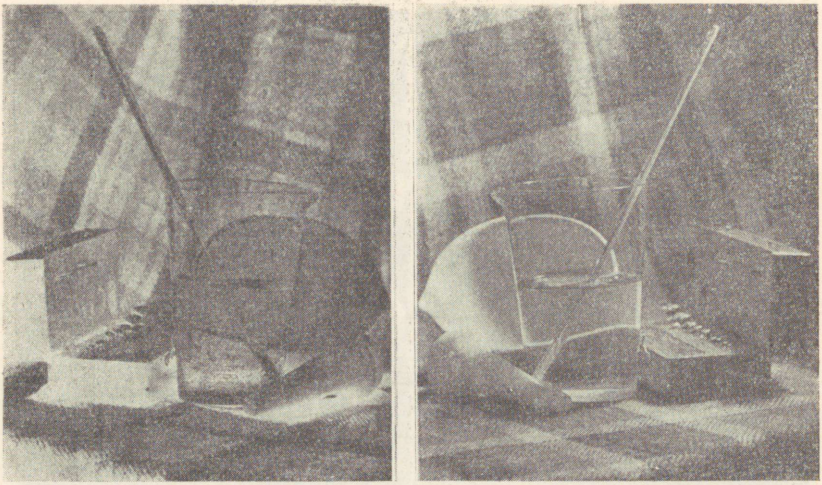
pildistamisel, mille juures eseme tugevalt säritatud osadele vastav tumenemine asub tunnusjoone sirgel osal, nõrgalt säritatud detailidele vastavad väikesed tihedused aga satuvad alasärituse piirkonda. Siit selgub niisuguste negatiivide ilme.

Osaliselt alasäritatud negatiiv võib olla kaunis suure kontrastsusega. Varjudes puuduvad detailid, valgused on normaalselt läbi töötatud (joon. 48).

Ülesärituse puhul asuvad negatiivi tihedused osaliselt või täielikult tunnusjoone ülesärituse piirkonnas. Mõnikord, väga tugeva ülesärituse puhul, ilmneb solarisatsioon, s. t. pärast ilmutamist ei saada kogu negatiivi või mõnda tema osa mitte negatiivina, vaid positiivina. Solarisatsioon tekib maastiku pildistamisel, kui päikese kujutis langeb vahetult plaadile, või kui pildistatakse siseruumis vastu valgust ja säritatakse väga pikalt selleks, et varjude detaile hästi läbi töötada.

Ülesäritatud negatiiv on väga tihe ja ebakontrastne. Detailid on kaetud looriga (joon. 49).

Eeltoodu kehtib normaalselt ilmutatud negatiivide kohta.



Joon. 49. Ülesäritatud negatiiv ja positiiv sellest.

Ala- ja üleilmutamine avaldub ülesärituse, normaalse ja alasärituse puhul negatiivi üld-iseloomus järgmiselt.

Õigesti säritatud, kuid alailmutatud plaadi juures (s. t. kui ilmutusprotsess katkestati enneaegselt) on negatiivil detailid varjudes puudulikud või puuduvad üldse. Üldine tihedus ja kontrastsus on sellisel negatiivil samuti puudulik. Mida varem on ilmutamine katkestatud, seda väiksema kontrastsusega ja keskmise tihedusega on negatiiv.

Vastupidi, kui õigesti säritatud plaati ilmutatakse kaua, saadakse väga kontrastne ja tihe negatiiv. Harilikult on niisugusel negatiivil valgused peaaegu läbipaistmatud, varjud aga liiga tihedad. Niisuguse negatiivi läbivaatamine vastu valgust on raskendatud ja kopeerimisel tuleb liiga pikalt säritada. Liiga pikaajalisel ilmutamisel kattub negatiiv looriga (niisuguseid negatiive nimetatakse üleilmutatud negatiivideks).

Üldiselt alasäritatud ja seejuures alailmutatud negatiivi tihedus on väga väike, varjud aga on läbipaistvad nagu klaas. Osaliselt alasäritatud ning alailmutatud

negatiivide juures on poolvarjud väga nõrgalt, valgused aga puudulikult läbi töötatud; ainult eseme kõige tugevamalt valgustatud osades ilmub kujutis normaalselt. Üldiselt ja osaliselt alasäritatud ja seejuures alailmutatud negatiive tuleb lugeda lõplikult hävinuiks.

Osaliselt alasäritatud plaatide üleilmutamisel — praktikas kõige sagedamini esineval juhul — kattub negatiiv tugeva looriga. Varjudes on detaile vähe, valgustes — küllaldaselt. Üleilmutatud negatiivil on kontrastid valguste ja varjude vahel suured, näivad aga loori tagajärjel pehmemad. Alasärituse korral toimub üleilmutamine sageli sellepärast, et kogenematu fotograaf loodab ilmutusaja pikendamisega saavutada kujutise täit jõudu, selle tulemusena kattub negatiiv üldise looriga. Peab kindlasti meeles pidama, et kui kaua meie ka plaati ilmutis hoiaks, ometi ei tekita ta plaadil mingit kujutist nendes kohtades, kus valgus pole avaldanud üldse toimet või on mõjunud liialt vähe. Seejuures aga taandab ilmuti valgusest puutumata hõbebromiidi, mis katabki plaadi ühtlase looriga.

Ülesäritatud plaadi alailmutamise korral kujuneb negatiiv veel vähem kontrastseks — üldise tiheduse tunduva languse juures monotoonseks, halliks. Koopiad nendest negatiividest on väga ilmetud.

Ülesäritatud plaatide alailmutamine on algajate fotograafide juures väga sageli esinev viga. Nähes, et kujutis detailides kiiresti ilmub ja omandab tunduva tiheduse, ruttab kogenematu fotograaf ilmutamist katkestama ning negatiivi kinnistisse asetama. Tuleb kindlasti meeles pidada, et ülesärituse korral peab ilmutama palju kauem kui normaalselt säritatud plaati, pööramata tähelepanu seejuures tekkivale loorile. Ilmutamist võib lõpetada ainult siis, kui valgustes tekib väga tugev tumenemine. Sel viisil ilmutatud negatiive on võimalik hiljem nõrgendamise teel parandada.

Üleilmutatud ja ülesäritatud negatiiv on liiga tihe ja tal on tugev loor, mis varjab kogu kujutise.

31. ILMUTAMINE NORMAALSE SÄRITUSE, ALASÄRITUSE JA ÜLESÄRITUSE KORRAL.

Nagu juba nägime, selgub ilmutamise käigust, kas säritusaeg oli määratud õigesti.

On tarvis meeles pidada kolme lihtsat reeglit:

1. Kui kujutise jäljed plaadil ilmuvad 30—40 sekundi jooksul (normaalse koostisega kiirelttöötavas ilmutis) ja alul töötatakse läbi valgused, seejärel poolvarjud ja lõpuks varjud, siis see näitab, et plaat oli säritatud normaalselt.

2. Kui kujutis pika aja jooksul (2—3 minutit) ei ilmu, siis aga algab ainult heledate valguste läbitöötamine ning mõne aja pärast ilmuvad poolvarjud — see viitab alasäritusele.

3. Kui kujutis ilmus kiiresti ning üheaegselt valgustes ja varjudes — viitab see ülesäritusele.

Normaalse säritusaja korral toimetatakse ilmutamist normaalses ilmutilahuses. Alasäritatud või ülesäritatud plaadi ilmutamine niisuguses lahuses annab ebarahuldavaid tulemusi. Et kõrvaldada säritusvigade kahjulikku mõju ning saada normaalsemat negatiivi, on vaja ilmuti koostist vastavalt muuta.

Vähese alasärituse korral on vaja kiirelttöötavat ilmutit veega lahjendada, s. t. vähendada ilmutava aine kontsentratsiooni; ilmumise kiirendamiseks tuleb talle aga lisada leelist. Kiirendamine on tarvilik selleks, et tasandada ülemäärast kontrastsust, mis on pikale veninud ilmutamise paratamatuks tagajärjeks.

Alasäritatud negatiivi juures saadakse liigne kontrastsus sellepärast, et vilumatu fotograaf ilmutab alasäritatud negatiive harilikult liiga kaua, seejuures ilmutuvad negatiivi erinevad osad väga ebaühtlaselt. Nii ilmutuvad tema tugevasti säritatud alad kiiresti, puudulikult säritatud alad aga liiga aeglaselt. Selle tulemusena saadakse negatiiv, millel valgused on ülemäära tihedad, varjud aga on läbipaistvad.

Kohtades, kus valgus mõjus nõrgalt, tekkis vähe ilmutuskeskusi, seetõttu kulgeb metallilise hõbeda tekkimisprotsess ning tiheduse suurenemine aeglaselt. Tarvitades lahjendatud ja suurendatud leelise sisaldusega ilmutit, toimub ilmumine nõrgaltsäritatud kohtades suhteliselt kiiremini, sest liigne lee-

lis neutraliseerib energiliselt tekkiva broomvesinikhappe ning hõbebromiidi taandamisprotsess ilmutuskeskuste ümber kulgeb kiiremini kui normaalse koostisega lahuses. Selle tulemusena kujunevad varjud tihedamaks.

Kohtades, kus valgus on tugevamalt mõjunud, tekib suur arv ilmutuskeskusi, millede juures toimubki energiline hõbebromiidi taandamine ning nendesse difundeerunud ilmuti töövõime langeb nõrga kontsentratsiooni tõttu kiiresti. Järelikult ilmutub täielikult ka kiiresti plaadi ülemine kiht, sest et tema sügavamatesse kihtidesse imbuv ilmuti on juba pealmistes kihtides oma töövõime kaotanud. Sellepärast on ilmutumine sügavamates kihtides takistatud seni, kui difusiooni teel ei imbu sinna värsket ilmutit. Ilmutamise kestel asetub valgustesse vähem metallilist hõbedat ning nad kujunevad vähem tihedaks kui ilmutamisel normaalses ilmutilahuses.

Sel teel tasandub ilmumise ebaühtlane kiirus ja paranevad teataval määral alasärituse tagajärjed.

Vähese ülesärituse korral tuleb tarvitada kontsentreeritud aeglaselttöötavat ilmutit, mis sisaldab suurendatud koguse kaaliumbromiidi ja suhteliselt vähem leelist.

Kaaliumbromiidi kontsentratsiooni suurendamine ja leelise kontsentratsiooni vähendamine on tarvilik ilmutusprotsessi aeglustamiseks. Ent ka normaalse koostisega ilmutis ilmub kujutis ülesäritatud plaadil korraga; olgugi et valgused on seejuures teatava tihedusega, pole see siiski küllaldane valguste ja varjude vahel vajaliku kontrastsuse saavutamiseks, sest ka varjud töötatakse täielikult läbi ning kujunevad liiga tihedateks. Lõppkokkuvõttes saadakse monotoonne, väga kontrastivaene negatiiv.

Negatiivi kontrastsuse suurendamiseks on tarvilik, peale ilmutusprotsessi üldise aeglustamise, aeglustada eriti varjude läbitöötamist. Kaaliumbromiidi lisamine ei rahulda seda nõuet, sest sel juhul pidurdub varjude ilmumine palju suuremal määral kui valguste ilmumine. Eriti tugevasti on takistatud loori tekkimine. Tähendab, varjudes eraldub ilmutamise kestel metallilist hõbedat vähem ning varjud kujunevad vähem tihedateks kui ilmutades normaalses ilmutilahuses.

Valgustes aga tekib väga suur arv ilmutuskeskusi ja kont-

sentreeritud ilmuti hakkab energiliselt taandama hõbebromiidi. Järelikult töötatakse valgused (varjude aeglase ilmutamise tagajärjel) paremini läbi ning saadakse varjudega võrreldes tihedamad kui ilmutamisel normaalse koostisega ilmutis.

Nii parandatakse teataval määral ülesärituse tagajärgi ja saadakse vähem looristatud ja kontrastsemad negatiivid. Tulemuste suurendamiseks võib veel lahust pisut jahutada (kuni 15° C).

Peale selle võib ka õige säritusaja korral normaalse ilmuti koostise muutmisega saada soovile vastavalt kontrastne või pehme negatiiv.

1. Kontrastse negatiivi saamiseks kasutatakse kontsentreeritumat ilmutit kui tavalisel ilmutamisel.

2. Pehme negatiivi saamiseks kasutatakse harilikust lahjemat ilmutit.

32. VERTIKAALNE EHK AEGLANE ILMUTAMINE.

Vertikaalne ehk aeglane ilmutamine seisab selles, et: 1) plaadid või filmid ilmutatakse lahjendatud ilmutites, 2) ilmutamisel asetsevad nad reeglina vertikaalses asendis ja 3) harilikult ei jälgita selle meetodi juures ilmutamise käiku vaatlemise teel. Ilmutamise kestus on tavaliselt märgitud retseptis.

Niisugune viis on tänapäeval tohutult levinud ning väikeseformaadilisi filme ilmutatakse ainult mitmesuguse konstruktsiooniga toosides.

Selle ilmutusmeetodi levikule aitasid kaasa: ühelt poolt toodetavate valgustundlikkude kihtide fotograafilise ulatuse suurendamine, mille tagajärjel väiksemad väärsäritused ei avalda negatiivi kvaliteedile olulist mõju, teiselt poolt võimalus fotopaberite suure valiku tõttu saada kõrgekvaliteedilisi koopiaid nii üleliia kontrastsetest kui ka pehmetest negatiividest.

Kui ilmutit veega tugevasti lahjendada, siis väheneb tunduvalt ilmutamise kiirus. Pikaajalisel ilmutamisel võimaldab kujutise võrdlemisi aeglane ilmumine ilmutilahusel imbuda ühtlaselt želatiinikihti ja taandada valguse poolt mõjutatud hõbebromiidi täielikult. Ilmutumise ühtlust kihi pinnal ja sisemuses soodustab veel see asjaolu, et aeglasel ilmutamisel toimub lakkamatu kahepoolse difusiooni tagajärjel iga hõbebromiidi tera

juures pidev äratöötatud ilmuti asendumine värskega. See ilmutamismeetod ei anna liiga tihedaid negatiive ning sellepärast ei ole üleilmutamise oht suur.

Aeglasel ilmutamisel on väga oluline tähtsus ilmutilahuse temperatuuril. Kui lahuse temperatuur tõuseb üle 18° C, kattuvad plaadid kergesti looriga; sellest tingituna peab soojal aastaajal ilmutit enne tarvitamist jahutama.

Tuleb meeles pidada, et lahjendatud ilmutid on väga tundlikud hüposulfiti suhtes, isegi kinnisti jäljed on loori tekkimise põhjuseks.

Peale nimetatud puuduste võib vertikaalse ilmutamise puhul esineda veel kaks defekti: heledad vöödid ja negatiivi ebaühtlane tumenemine. Heledad vöödid negatiivil saadakse sellepärast, et väga tumedate alade ilmutamisel tekkiv kaaliumbromiid (või naatriumbromiid) langeb alla aeglaselt ning difundeerub negatiivi allpool asetsevatesse osadesse. Seetõttu on ilmumine nendes osades tugevasti aeglustatud. Negatiivi ühtlaselt valgustatud kohtade ebaühtlane tumenemine ilmutamisel tuleneb sellest, et sel juhul sisaldab ilmuti nende kohtade keskosades rikkalikumalt kaaliumbromiidi kui ääreosades, sest et viimastes leiab aset energilisem värske ilmuti difusioon.

Need puudused on välditavad lahuse segamisega, mida teostatakse kas plaatide või filmide korduva lahusest välja tõstmisega ja tagasi asetamisega või paagi liigutamisega.

Vertikaalseks ilmutamiseks kasutatakse spetsiaalseid paake 6, 12 või enamale plaadile, mis paigutatakse vastavasse hoidjasse. Ilmutit valatakse paaki nii palju, et pärast plaatide sisseasetamist oleks vedeliku pind plaatide ülemisest servast 1—1,5 cm kõrgemal. Plaadid peab paaki asetama mitteaktiinse valguse juures. Sisseasetamisel tekivad plaatidele sageli õhumullid, mis takistavad lahuse fotokihisse tungimist, ja mille tagajärjel teatavasti tekivad valguse täpid ja laigud. Mullide vältimiseks tuleb hoidja ühes plaatidega mõned korrad vedelikust välja tõsta ja uuesti tagasi lasta.

Paagi peab tingimata kaanega sulgema: see kaitseb plaate mitteaktiivse valguse pideva mõju eest ja takistab ilmuti hapendumist õhuhapniku toimel.

Aeglase ehk vertikaalse ilmutamise printsiibil põhineb ka kinofilmide ja rullfilmide ilmutamine.

Kino- ja rullfilmide vertikaalseks ilmutamiseks kasutatakse erilisi toose. Neid on väga mitmesuguse konstruktsiooniga. Meil on rohkem levinud kaks viisi: 1) kinofilmide ilmutamine tselluloidist lindi abil, mille äärtel on kühmud (nõndanimetatud korreks) ja 2) ilmutamine spiraali abil.

Korreksi kasutamisel asetatakse kinofilm korreksi kühmude vastu, rullitakse nad kokku ja kinnitatakse ümbert kummiga.

Korreksi kühmud takistavad keerdude omavahelist kokkupuutumist ning nende vahel olevasse pilusse tungib ilmuti, kui lindirull asetatakse toosi. Selle viisi juures on ilmutamiseks ette nähtud eritoos, kuid selle puudumisel võib kasutada iga ümmargust anumat, mis on kinofilmist vähemalt üks sentimeeter kõrgem. Ilmutamisel peab korreksit tingimata keerutama, sest muidu võib toimuda ebaühtlane ilmutamine või täppide tekkimine õhumullikeste tõttu.

Spiraaliga toosi kasutamisel tuleb toimida nii: kui pool koos lindiga on kassetist välja võetud, lõigatakse laadimiseks kasutatav ots ära, seejärel asetatakse film lahtivõetavasse spiraalsete soontega pooli, emulsioonikihiga väljapoole. Film tuleb asetada piki keerdusid. Pärast seda ühendatakse pooli lahtivõetavad osad ja teda hakatakse ettevaatlikult pöörama piki spiraali sooni. Film peab soontes asetsema vabalt. Kui kogu film on mähitud, lastakse pool ettevaatlikult toosi. Seejärel suletakse toos kaanega ja alatakse ilmutamist.

Filmi peab toosi asetama pimedas. Mitteaktiinse valguse võib sisse lülida alles pärast toosi sulgemist kaanega. Niisuguse toosiga töötamine nõuab teatavat harjumist, mida kergesti omandatakse praktilisel töötamisel.

Uhes toosis teostatakse kõik protsessid, s. t. ilmutamine, vahepealne loputamine (katkestusvann), kinnistamine ja pesemine.

33. ILMUTAVATE AINETE LÜHIKE FOTOGRAAFILINE ISELOOMUSTUS.

Ilmutavate ainete üldisi fotograafilisi omadusi on eespool vaadeldud. Nagu selgus, ei ole need omadused püsivad, vaid muutuvad sõltuvalt ilmutilahuse koostisest. Kuid igal ilmutaval ainel on teatavad keskmised karakteristikad, millised toome allpool.

Hüdrokinoon. Sõltuvalt leelise liigist ilmutab hüdrokinoon kas kiiresti või aeglaselt. Sööbeleelistega ilmutab kiiresti, kuid ilma kaaliumbromiidi suurema hulgata looristab tugevasti kujutise; karbonaatidega ilmutab aeglaselt ja looristab vähem. Üldse on hüdrokinoon tugeva looristava toimega.

Hüdrokinoon on väga tundlik kaaliumbromiidi lisamisele, mis aeglustab tugevasti ilmutamist ja takistab loori tekkimist lühiajalisel ilmutamisel.

Hüdrokinoon on äärmiselt tundlik temperatuuri suhtes, kõige parem on temaga töötada 18° C juures, temperatuuri alanemisega langeb tugevasti ilmutamise kiirus.

Samuti mõjub tublisti ilmutamise käigule lahuse kontsentratsioon; mida enam on hüdrokinoon veega lahjendatud, seda pehmemalt ja aeglasemalt ta ilmutab. Kontsentreeritud ja palju leelist sisaldavad lahused põhjustavad kõrgetundlikkudel plaatidel loori tekkimise. Neil juhtudel on soovitav lahusele kaaliumbromiidi juurde lisada.

Hüdrokinoon annab ilmutamisel tihedad negatiivid.

Puhast hüdrokinoon-ilmutit kasutatakse harva ja peamiselt joonkujutiste reprodutseerimisel, sagedamini tarvitatakse teda aga kombineerituna metooliga.

Metool. Metool töötab algul väga kiiresti, tekitades kujutise peaaegu üheaegselt nii valgustes kui varjudes. Kujutise üldine tihedus aga suureneb aeglaselt. Neid metooli omadusi tuleb alati silmas pidada ning plaati ei tohi ilmutist liiga vara välja võtta, sest sel juhul osutub ta peale kinnistamist läbipaistvaks, vähe tihedaks.

Metoolis ilmutatud negatiivid on pehmed (see on kehtiv 4—5-minutilise ilmutamise juures, kestvam ilmutamine suurendab kontrastsust, kuid seejuures on tunduva loori tekkimise võimalus). Esimeste kujutise jälgede kiire ilmumise ja tiheduse aeglase suurenemise tõttu on ta suurepärane ilmuti alasäritatud plaatidele. Temperatuuri väike kõikumine ja vähene veega lahjendamine ei mõju kuigivõrd ilmutamise kiirusele.

Nimetatud eriomaduste tõttu tarvitatakse metooli tavaliselt kombineeritunа kontrastselttöötava hüdrokinooniga.

Metoolhüdrokinoon-ilmutid. Kombineeritud metoolhüdrokinoon-ilmuti ühendab metooli paremused — kiire ilmutamine, vastupidavus temperatuuri muudatustele, kaaliumbromiidi lisa-

misele, jne. — hüdrokinooni omadusega anda suhteliselt lühikese ajaga tihedaid negatiive.

Sõltuvalt hüdrokinooni ja metooli vahekorrast ilmutis, muutub ka ilmutatud negatiivide iseloom. Mida enam on lahuses hüdrokinooni, seda tihedamaks kujunevad negatiivid, ja vastupidiselt — metooli hulga suurendamise tulemuseks on pehmemad, kuid väga detailirikkad negatiivid.

Glütsiin. Glütsiin kuulub aeglaselttöötavate ilmutite hulka. Omadustelt loetakse teda üheks paremaks ilmutiks, sest et ta annab hea gradatsiooniga pehmeid ja puhtaid negatiive, s. t. peenelt läbitöötatud varjudega ja detailirohkete valgustega. Glütsiini nende omaduste tõttu on soovitav ilmutamise õppimist alustada glütsiin-ilmutiga.

Glütsiin-ilmuti on väga tundlik kaaliumbromiidi lisamise, veega lahjendamise, temperatuuri muutuste ja hüposulfiti jälgede suhtes. Kaaliumbromiid mõjub temale tugeva aeglustajana. Normaalselt säritatud filmide ja plaatide ilmutamisel on sobivaimaks töötamise temperatuuriks 18—20° C. Kui temperatuur on kõrgem, siis tuleb lahust tingimata jahutada, sest vastasel korral võib negatiiv looristuda.

Glütsiin-ilmutid säilivad väga hästi. Kui hoida glütsiini pimedas, korgini täidetud ja õhutihedalt suletud pudelis, siis ei kaota ta oma ilmutavaid omadusi mõne kuu jooksul; ainult õhu juurdepääsul (poolik pudel) glütsiin hapendub ning lahus värvub. Vähese pruuni värvuse ilmumine osutab algavale hapendumisele; niisugune ilmuti on juba nõrgenenud, sobib aga siiski töötamiseks. Töölahuse mustjaspruun värvus näitab tema täielikku riknemist. Ilmuti kontsentreeritud lahus säilib kauem kui lahjendatud või tarvitamisvalmis lahus.

Hüposulfiti jälgede vastu on glütsiin väga tundlik; sellepärast tuleb hoolt kanda, et lahusesse ei satuks vähimalgi määral hüposulfitit, vastasel korral tekib paratamatult kahevärvuseline loor.

Paraamiidofenool. Paraamiidofenool töötab leelistega kiiresti, karbonaatidega aeglaselt. Ta annab pehmeid, kõikide detailidega negatiive, kuid kujutise tihedus ja kontrastsus suureneb väga aeglaselt. Sellest puudusest saab üle ilmutamise kestuse pikendamisega; paraamiidofenooli nõrga looristava toime tõttu ei tihene loor seejuures nimetamisväärselt. Paraamiidofenool on

väga tundlik kaaliumbromiidi lisamisele, temperatuuri muudatused aga ei mõjuta tema toimet kuigivõrd.

Ilmuti koostise muutmisega võib kohandada teda iga ilmutamise erijuhu jaoks, või vastupidi, teha teda universaalseks.

Meie ülesanne ei ole ilmutilahuste igakülgne liigitamine nende toime iseloomu järgi ning sellepärast peatume ainult mõnedel enamtarvitatavatel ilmutitüüpidel.

Allpool kirjeldame järgmisi ilmutitüüpe:

1) universaal-ilmutid;
2) tasandav-ilmutid;
3) kontrast-ilmutid;
4) ilmutid kõrge temperatuuri juures töötamiseks;
5) peentera-ilmutid.

Samuti kirjeldame ilmutamist valgustundliku kihi eelneva tuimendamisega.

34. UNIVERSAAL-ILMUTID.

Universaal-ilmutid võimaldavad „keskmiste" negatiivide saamist, mistõttu neid võib kasutada väga erinevates tingimustes säritatud negatiivide ilmutamiseks. Sellesse kategooriasse kuulub küllalt suur hulk ilmutilahuseid.

Allpool toodud retseptid on arvestatud niisuguste ilmutite koostamiseks, mida võib vahetult ilmutamiseks tarvitada.

Nende ilmutite omadusi võib muuta ainult: a) veega lahjendades (mis pikendab ilmutamise aega ja annab alasärituse korral pehmemaid negatiive) ja b) kaaliumbromiidi lisamisega (mis võib mõnevõrra vähendada looristumist ülesärituse korral ja suurendada kujutise kontrastsust). Ent lahuse niisugused muutmised võivad ainult osaliselt parandada negatiivide iseloomu.

Sageli kaheldakse ilmuti-retsepti valikul. Soovitame peatuda ühel mistahes universaal-ilmutil ja töötada sellega. Kui ei omata kogemusi ja ilmuti retseptuuri sageli vahetatakse, siis võib ilmutusprotsessi kätteõppimine venida väga pikale. Toome rea retsepte ainult selleks, et fotoala õppijat mitte siduda ühe teatud ilmutava ainega, mida tal juhuslikult võib-olla ei olegi.

Osas „Fotograafilised materjalid" on toodud negatiivmaterjalide sensitomeetrilised karakteristikad. Sensitomeetrilisteks uurimusteks kasutatakse erilise koostisega standardset paraamii-

dofenool-ilmutit. Sellepärast iseloomustame allpool toodavaid retsepte võrrelduna sensitomeetrias tarvitatava paraamiidofenool-ilmutiga. Seda teeme sellepärast, et mõned ilmutid annavad paraamiidofenooliga võrreldes mõnevõrra tugevama loori, mis võib põhjustada oletuse, et plaat on valgust saanud või on pildistamisel veidi üle säritatud. Ilmutite hindamine võrreldes standard-ilmutiga aitab täpsemalt määrata ilmutilahuste karakteristikaid.

Glütsiin-ilmuti.

Vett	kuni 1000 cm^3
Sulfitit, kristallilist	50 g
Glütsiini	10 g
Potast	50 g

Glütsiin-ilmuti koostamisel peab pidama kinni järgmisest korrast: kuumas vees (60—70° C) lahustatakse sulfit, seejärel glütsiin ja pärast viimase täielikku lahustumist viiakse vedelikku vähehaaval potas. Lahus filtreeritakse läbi vati ja jahutatakse kuni 20° C.

FOTOGRAAFILINE ISELOOMUSTUS.

Ilmutamise kiirus. Ilmutamine lõpeb 6—12 minuti pärast. Alasärituse puhul peab lahust 1,5 korda veega lahjendama, seejuures pikeneb vastavalt ilmutamise kestus. Kui on tegemist ülesäritatud plaadiga, siis tuleb veehulka ilmutis vähendada ⅓ võrra ja lisada mõni tilk 10%-list kaaliumbromiidi lahust; ilmuti temperatuuri peab sel juhul alandama kuni 15° C; ilmutamise kestus on 12—15 minutit.

Maksimaalne tihedus. Heledad valgused ilmuvad normaalselt säritatud plaatidel kuni tihedusenäitajani 2,5, mis saavutatakse 12—15 minutiga.

Kontrastsuskoefitsient. Ilmuti annab mõnevõrra väiksema väärtusega gamma võrreldes sellega, mis saadakse standardses paraamiidofenool-ilmutis 8 minutiga.

Looritekitamise omadus. On pisut väiksem kui standardse paraamiidofenool-ilmutiga 8 minuti jooksul ilmutades.

Säilivus tarvitamata olekus. Säilitab oma algomadused viie päeva jooksul pärast valmistamist, kui ained on

lahustatud keedetud vees ja lahus hoitakse kinnikorgitud pudelis.[1]

Töövõime. 100 cm^3 ilmutis võib töödelda 6 plaati 9 × 12 cm formaadis, kusjuures kolmanda plaadi järel tuleb iga plaadi ilmutamise kestust pikendada 1,5—2 minuti võrra. Ainult sel juhul on kõigil 6 plaadil (õige särituse juures) ühesugused fotograafilised karakteristikad.

Metoolhüdrokinoon-ilmuti.

Vett	kuni 1000	cm^3
Metooli	1,3	g
Sulfitit, kristallilist . .	33	g
Hüdrokinooni	4	g
Soodat, veevaba . . .	33	g
Kaaliumbromiidi . . .	0,5	g

Metoolhüdrokinoon-ilmuti koostamisel tuleb algul ühes osas vees lahustada sulfit, seejärel teises osas metool (eelnevalt lahustatagu vees näputäis sulfitit) ja pärast metooli täielikku lahustumist võib selle lisada sulfitilahusele (kuna muidu sadestub metool välja). Siis lahustada saadud lahuses (vesi, sulfit, metool) hüdrokinoon ja viimases järjekorras leelis ja kaaliumbromiid. Igasugune teine lahustamise järjekord põhjustab lahuse riknemise.

FOTOGRAAFILINE ISELOOMUSTUS.

Ilmutamise kiirus. Normaalselt säritatud plaadi ilmutamine kestab ligikaudu 5 minutit. Alasärituse korral peab ilmutilahust lahjendama sama suure hulga veega ja pikendama ilmutamise kestust 8—10 minutini. Ülesäritamisel viiakse ilmuti algmahtu kahekordne hulk ilmutavaid aineid ja lisatakse kaaliumbromiidi 1—2 g; ilmutamise kestus on 4—5 minutit. Pärast seda tuleb negatiivi nõrgendada.

Maksimaalne tihedus. Heledad valgused ilmuvad normaalselt säritatud plaatidel kuni tihedusenäitajani 3,0, mis saavutatakse 5—6 minutiga.

[1] Täiesti tarvitamata ilmuti võib säilida tunduvalt kauem, kui oleme näidanud nende karakteristikates. Ent nimetatud tähtaegade möödumisel algab ilmuti omaduste mõningane muutumine, kusjuures muutuste ulatus sõltub säilitamise kestusest.

Kontrastsuskoefitsient. Ilmuti annab 10—12% gamma väärtuse suurenemise, võrreldes sellega, mis saadakse standardses paraamiidofenool-ilmutis 8 minutiga.

Looritekitamise omadus. On 6-minutise ilmutamise juures 15—20% suurem kui standardse paraamiidofenool-ilmutiga ilmutades 8 minuti jooksul.

Säilivus tarvitamata olekus. Säilitab oma algomadused viie päeva jooksul pärast valmistamist, kui ained on lahustatud keedetud vees ja lahus hoitakse kinnikorgitud pudelis.

Töövõime. 150 cm^3 ilmutis võib ilma negatiivide kvaliteedi halvenemiseta töödelda 12 plaati suurusega 9×12 cm.

Veega lahjendamise mõju. 1,5-kordne veega lahjendamine vähendab loori 2—3 korda, kontrastsuskoefitsient väheneb 25—30%, maksimaalne tihedus aga 10—15%. 2-kordne veega lahjendamine vähendab loori 2—3 korda, kontrastsuskoefitsient väheneb 40—50% ja maksimaalne tihedus 15—20%. Kahe osa veega lahjendatud ilmuti on sobiv fotopaberite ilmutamiseks.

Paraamiidofenoolhüdrokinoon-ilmuti.

Vett	kuni 1000	cm^3
Sulfitit, kristallilist . .	60	g
Paraamiidofenooli . .	5	g
Hüdrokinooni	2,5	g
Soodat, veevaba . . .	20	g
Kaaliumbromiidi . . .	1	g

Ained lahustatakse retseptis märgitud järjekorras.

FOTOGRAAFILINE ISELOOMUSTUS.

Ilmutamise kiirus. Normaalselt säritatud plaadi ilmutamine jõuab lõpule 6—10 minuti jooksul. Alasärituse korral peab lahust niisama suure hulga veega lahjendama ja pikendama ilmutamise kestust 8—12 minutini. Ülesäritamisel viiakse ilmuti algmahtu kahekordne hulk ilmutavaid aineid ja lisatakse kaaliumbromiidi 1—2 g; ilmutamise kestus on 6—8 minutit; tavaliselt vajavad niisugused negatiivid nõrgendamist.

Maksimaalne tihedus. Normaalselt säritatud plaadil ilmuvad heledad valgused kuni tiheduseni 3,0, mis saavu-

tatakse 6—8-minutise ilmutamisega. Tiheduse langus algab 4—5 plaadi järel, sellepärast peab järgmisi plaate vastavalt kauem ilmutama.

Kontrastsuskoefitsient. Ilmuti ei suurenda gamma väärtust võrreldes gammaga, mis saadakse standardses paraamiidofenool-ilmutis 8 minutiga. Kontrastsuskoefitsiendi vähenemine algab 4—5 plaadi järel; et teda hoida vajalikul tasemel, peab vastavalt pikendama ilmutamise kestust.

Looritekitamise omadus. Ei ole suurem kui 8-minutisel ilmutamisel standardses paraamiidofenool-ilmutis.

Säilivus tarvitamata olekus. Säilitab oma algomadused viie päeva jooksul pärast valmistamist, kui ained on lahustatud keedetud vees ja lahus hoitakse kinnikorgitud pudelis.

Töövõime. 150 cm^3 ilmutis võib töödelda 12 plaati suurusega 9 × 12 cm, ilma et negatiivide fotograafiline kvaliteet halveneks.

Veega lahjendamise mõju. 1,5-kordne veega lahjendamine vähendab kontrastsuskoefitsienti keskmiselt 30—35% ja maksimaalset tihedust 20%. Lahjendatud ilmuti on sobiv fotopaberite ilmutamiseks.

Paraamiidofenool-ilmuti.

Vett	kuni	1000	cm^3
Sulfitit, kristallilist . .		100	g
Paraamiidofenooli . .		7	g
Soodat, veevaba . .		50	g
Kaaliumbromiidi . .		0,5	g

Ained lahustatakse retseptis märgitud järjekorras.

FOTOGRAAFILINE ISELOOMUSTUS.

Ilmutamise kiirus. Normaalselt säritatud plaadi ilmutamine kestab 7—8 minutit. Selle aja jooksul ilmutatud negatiivid on väga pehmed ja väikese tihedusega. Kontrastsuse ja tiheduse suurendamiseks peab ilmutamise aega suurendama 10—12 minutini. Alasärituse puhul tuleb ilmutilahust 1,5 korda veega lahjendada ja pikendada ilmutamise kestust 12—14 minutini. Ülesäritamisel viiakse lahusesse kolmekordne hulk kaaliumbromiidi; ilmutamise kestus on 6—8 minutit.

Maksimaalne tihedus. Normaalselt säritatud plaatidel ilmuvad heledad valgused kuni tihedusenäitajani 2,0—2,3, mis saavutatakse 7—8-minutise ilmutamisega.

Kontrastsuskoefitsient. 7—8-minutise ilmutamisega saavutatakse mõnevõrra suurem gamma väärtus kui standardse paraamiidofenool-ilmutiga.

Looritekitamise omadus. Ei ole suurem kui standardse paraamiidofenool-ilmutiga.

Säilivus tarvitamata olekus. Säilitab oma algomadused viie päeva jooksul pärast valmistamist, kui ained on lahustatud keedetud vees ja lahus hoitakse kinnikorgitud pudelis.

Töövõime. 150 cm^3 lahuses võib töödelda 10 plaati suurusega 9 × 12 cm, ilma et negatiivide fotograafilised omadused halveneksid.

Veega lahjendamise mõju. Ei ole soovitav veega lahjendada.

35. TASANDAV-ILMUTID.

Kui pildistada suurte heledusvahedega objekti ja säritatud plaati ilmutada universaal--ilmutis, siis on selle tulemuseks niivõrd kontrastne negatiiv, et sellest on väga raske saada rahuldava kvaliteediga positiivkujutist.

Suurte heledusvahedega süžeede hulka kuuluvad ülesvõtted vastu valgust, läikivate detailidega masinad, võtted siseruumides jne.

Niisuguste süžeede pildistamisel saadud plaadi ilmutamiseks on tarvis erilisi tasandav-ilmuteid. Sellised lahused töötavad aeglaselt ja annavad madalaid kontrastsuskoefitsiente. Tasandav-ilmutid annavad kujutise tugevalt säritatud osades võrdlemisi väikese tiheduse, kusjuures nõrgalt säritatud kohad töötatakse läbi küllaldaselt. Uhtlasi pehmendavad tasandav-ilmutid üsna hästi valgustara.

Metool-ilmuti.

Vett	kuni 500 cm^3
Metooli	0,8 g
Sulfitit, kristallilist . .	4,2 g
Soodat, kristallilist . .	1,4 g

Ilmutamise kiirus. Ilmutamine lõpeb 12—15 minuti jooksul, kui lahuse temperatuur on 20° C. Säritusaeg tuleb määrata varjude järgi, s. t. pildistamisel veidi ülesäritada. Alasäritatud plaate ei tule selles ilmutis ilmutada.

Maksimaalne tihedus. Ülesäritatud plaate ilmutatakse kuni heledate valguste tihedusenäitajani 1,4—1,8, mis saavutatakse 12—15 minuti jooksul.

Kontrastsuskoefitsient. Kõne all olev ilmuti annab madalama kontrastsuskoefitsiendi (umbes 1,5—2 korda) võrreldes gammaga, mis saadakse 8-minutisel ilmutamisel standardses paraamiidofenool-ilmutis.

Looritekitamise omadus. Ei ole suurem kui 8-minutisel ilmutamisel standardses paraamiidofenool-ilmutis.

Säilivus tarvitamata olekus. Ei säili rohkem kui 3—4 tundi pärast ainete lahustamist vees.

Töövõime. 600 cm^3 lahuses võib töödelda 8 plaati suurusega 9 × 12 cm, kuid parem on ilmutada 4-plaadiliste gruppidena, seejuures tuleb kummagi grupi jaoks kulutada 300 cm^3 värsket ilmutit.

Veega lahjendamise mõju. Ilmutit veega lahjendades muutub tema töötamise kontrastsus: a) vähekontrastsete süžeede korral tuleb vett võtta 250—300 cm^3; seejuures väheneb vastavalt ilmutamise kestus; b) väga kontrastsete süžeede puhul võtta 600—750 cm^3 vett; sel juhul pikeneb vastavalt ilmutamise kestus.

36. KONTRAST-ILMUTID.

Joonkujutiste reproduktsioone võib ilmutada ka universaalilmutites, kuid niisuguste ilmutitega töötamine nõuab suuremat vilumust kui erikoostisega ilmutilahuste kasutamine. Viimast tüüpi ilmutid, nõndanimetatud kontrast-ilmutid, ilmutavad kiiresti ja annavad eri negatiivkihtidele lühikese ajaga väga suuri kontrastsuskoefitsiente ning samuti suurt tihedust väikese looristumise juures. Tihedad ja vähelooristunud negatiivid kergendavad märksa positiivprotsessi juhul, kui on nõutav mustade joonte saamine valgel foonil.

Metoolhüdrokinoon-ilmuti.

Vett	kuni 1000	cm^3
Metooli	2,5	g
Sulfitit, kristallilist . .	150	g
Hüdrokinooni	9	g
Soodat, veevaba . . .	50	g
Kaaliumbromiidi . . .	5	g

FOTOGRAAFILINE ISELOOMUSTUS.

Ilmutamise kiirus. Normaalselt säritatud plaat ilmub 6—8 minutiga. Reproduktsioonide valmistamisel ei ole soovitav alasäritatud ja ülesäritatud plaate üldse välja ilmutada, sest neil juhtudel saadakse madala kvaliteediga negatiivid.

Maksimaalne tihedus. Normaalselt säritatud plaadid ilmutuvad kuni tiheduseni 3,0, mis saavutatakse 8-minutise ilmutamisega.

Kontrastsuskoefitsient. Kõnesolev ilmuti annab 1,5—2 korda suurema kontrastsuskoefitsiendi, kui standardses paraamiidofenool-ilmutis 8 minutiga saadud gamma.

Looritekitamise omadus. Ei ole suurem kui 8-minutisel ilmutamisel standardses paraamiidofenool-ilmutis.

Säilivus tarvitamata olekus. Ilmuti säilitab oma omadused ühe kuu jooksul pärast valmistamist, kui ained on lahustatud keedetud vees ja lahus säilitatakse kinnikorgitud pudelis.

Töövõime. 250 cm^3 lahuses võib ilmutada 12 plaati suurusega 9 × 12 cm.

Veega lahjendamise mõju. Seda ilmutit ei ole soovitav lahjendada, sest et selle läbi lähevad kaduma tema spetsiifilised omadused.

37. ILMUTID KÕRGE TEMPERATUURI JUURES TÖÖTAMISEKS.

Kõrge temperatuuri juures tarvitatavaid ilmuteid iseloomustab: a) kontsentreeritud lahus, milles ilmutamine toimub niivõrd kiiresti, et kujutis jõuab täielikult ilmuda varem, kui želatiin tursuma hakkab, ja b) soolade sisaldus lahuses (tavaliselt glaubri-

sool), millised ei avalda mõju ilmutamisprotsessile, kuid kaitsevad želatiini üleliigse tursumise ja sulamise eest.

Ilmutilahus ilmutamiseks 25—28° C juures.

Vett	kuni 1000 cm³
Paraamiidofenooli . . .	7 g
Sulfitit, kristallilist . .	100 g
Soodat, veevaba . . .	50 g
Glaubrisoola, kristallilist	105 g

Ülalnimetatud temperatuur 25—28° C on mõeldud lahuse, mitte aga õhu kohta.

Kinnistamist peab teostama parkivkinnistis.

38. PEENTERAILMUTAMINE.

Vaadeldes väikeformaadiliste filmide suurendusi, on peaaegu alati märgatav kujutise teraline ehitus. Kujutis näib koosnevat väikeste tumedate täppide kogumist.

Teralisus tähendab, et ilmutatud kujutise toonidel puudub pidevus ja homogeensus, mis on tingitud emulsioonikihi teralisest ehitusest. Negatiivkihi hõbeda halogeensoola üksikute terade suurus kõigub 0,2 kuni 2,7 mikronini (mida valgustundlikum fotokiht, seda suuremad terad); nad ei ole silmaga eraldatavad isegi hariliku fotograafilise suurenduse juures. Ilmutusprotsess soodustab kujutise teralisuse suurenemist, sest et ilmutamisel terad — hõbebromiidi kristallid — mitte ainult deformeeruvad ja suurenevad, vaid moodustavad ka üksteisega liitudes tombukesi, mis sisaldavad palju üksikuid teri. Need tombukesed on märgatavad juba väheselgi suurendamisel (5—10 korda). Tombukeste olemasolu tingibki kujutise nähtava teralisuse.

Kui õnnestuks välja töötada ilmutit, mis takistaks ilmutamisel üksikute terade-kristallide liitumist tombukesteks, siis oleks ilmutatud kujutiste teralisus palju väiksem. Seni kui niisugune ilmuti puudub, ei ole veel lahendatud peenteralise kujutise saamise probleem nüüdisaegsetel kõrgetundlikkudel emulsioonidel.

Peenteralise kujutise saamine ei sõltu ainult ilmuti liigist. Ilmutatud kujutise teralisuse määra mõjutab terve hulk tegureid, kusjuures põhiliseks on negatiivmaterjali enda teralisus. Mida

väiksemad on hõbebromiidi kristallid fotokihis, seda peenteralisem saadakse ilmutatud kujutis. Kuid negatiivmaterjali peenteralisus ei pea kahjustama tema valgustundlikkust. Kui õnnestuks koostada kõrgetundlikku negatiivkihti, mille teralisus oleks ligikaudu võrdne diapositiivplaadi omaga, siis ülejäänud tegurite mõju kujutise teralisuse astmele ei oleks oluline.

Negatiivkujutise teralisusele mõjuvad: a) optiline tihedus ja kontrastsuskoefitsient, mis olenevad ilmutilahuse iseloomust, temperatuurist, ilmutamise kestusest ja viisist; b) säritusaja pikkus ja valgustuse iseloom pildistamisel.

Mida suurem on optiline tihedus, seda märgatavam on kujutise teralisus. Selle tagajärjel ei ole teralisuse aste negatiivi kõikides osades ühesugune. Uurimused on näidanud, et väikseim teralisus saadakse kujutise tiheduse 0,5 juures. Ent sellest keskmisest tihedusest ei piisa positiivi saamiseks, ning harilikult on negatiivid ülalmainitust märksa suuremate tihedustega. Teiseks, mida suurem on tihedus, seda märgatavam on teralisus. Järelikult tuleb püüda ilmutamisel saavutada võimalikult väiksema tihedusega kujutist, kuid seejuures on tingimata vajalik, et detailid oleksid täielikult läbi töötatud nii varjudes kui valgustes.

Tunduvalt mõjub kujutise teralisusele ka kontrastsus. Mida suurem on kontrastsuskoefitsient (gamma), seda rohkem avaldub teralisus. Seega ei ole kõrgeid kontrastsuskoefitsiente andvad ilmutilahused peenterailmutamiseks kõlblikud.

Nimetatud sõltuvus määrab kindlaks nõuded ka nende lahuste suhtes, millega töödeldakse suurendamisele kuuluvaid kinofilme: need ilmutid peavad andma läbipaistvaid negatiive, mille detailid on hästi läbi töötatud ning mis omavad väheldast kontrastsust ja harmoonilisi üleminekuid valgustelt varjudele.

Nagu juba teada, sõltub ühe ja sama negatiivmaterjali juures negatiivi keskmine tihedus säritusajast ja ilmutamise kestusest, kontrastsuskoefitsient aga on otseses sõltuvuses ilmutamise kestusest. Kuna filmilindil iga üksik võte võib olla säritatud erinevalt, peab ilmutilahus evima tasandavat omadust. Normaalselt ja ülesäritatud ülesvõtete fotograafiliste karakteristikate erinevus peab olema pärast ilmutamist minimaalne. Selliseid tagajärgi annavad nõrgalt leelisesed ilmutid, millede hulka kuuluvad ka peenterailmutid.

Nende ilmutite madal leelisuse aste pikendab tugevasti ilmu-

tamise kestust; hõbebromiidi taandumine kulgeb aeglaselt ning see võimaldab varjude (s. t. alasäritatud alade) paremat läbitöötamist ja takistab praktilisuse piires tugevate valguste (s. t. ülesäritatud alade) üleilmutamist. Kokkuvõttes kujuneb negatiiv harmooniliseks, mitte liiga tihedaks ja parajalt kontrastseks. Hariliku koostisega ilmuti ei võimalda alati selliseid tulemusi.

Nagu juba öeldud, mõjutab negatiivkujutise teralisust tugevasti säritusaja pikkus ja valgustuse iseloom.

Kujutise teralisus osutub väikseimaks sel juhul, kui säritusaeg on määratud õigesti. Alasäritatud ja ülesäritatud negatiivide teralisus on suurem. Alailmutatud negatiividel väheneb detailide hulk varjudes. Üleilmutatud negatiivid nõuavad kopeerimisel väga pikaajalist säritamist, nende nõrgendamise tulemusena aga suureneb samuti mõnevõrra teralisus.

Ka valgustuse iseloom mõjub kujutise teralisusele: mida kontrastsem on valgustus, seda suuremaks kujuneb negatiivkujutise teralisus. Kui negatiivist vajatakse tunduvaid suurendusi, siis osutub pildistamisel parimaks pehme, rahulik valgustus. Selline valgustus kõrvaldab pildistataval süžeel sügavad varjud ning tagab harmooniliste ja detailirohkete negatiivide saamise. Neid filme võib ilmutada kuni väikseima keskmise tiheduseni, ilma et detailid seejuures kaduma läheksid. Nimetatud asjaolu on tähtis kujutise väikseima teralisuse saavutamiseks.

Me tegime kindlaks, et kujutise teralisus on sõltuv paljudest teguritest, millede hulgas ilmuti ei etenda domineerivat osa. Kuid kinofilmi ilmutamiseks on siiski tarvis kasutada erikoostisega ilmutilahuseid, millede retseptid tuuakse allpool. Need ilmutid ei vähenda küll tunduvalt teralisust, kuid annavad siiski alasäritatud osades väga head läbitöötust ja negatiivi harmoonilisemat gradatsiooni. Sääraseid omadusi ei ole normaalse koostisega ilmuteil. Kui nendes toimetada lühiajalist ilmutamist, s. t. kuni saavutatakse peenterailmutile vastav tihedus ja kontrastsuskoefitsient, siis ei esine teralisuses olulist vahet. Peenterailmutite paremus seisab selles, et nad annavad, lähtudes fotograafilisest seisukohast, väikese tiheduse ja kontrastsuse juures märksa paremaid negatiive kui normaalse koostisega ilmutid. Normaalse koostisega ilmutite veega lahjendamine põhjustab nende töövõime väga kiiret langust.

Kriipsutame alla, et peenterailmutite peamisi paremusi on nende võime anda suhteliselt peene teraga, läbipaistvaid, läbi-

töötatud detailidega ja hea gradatsiooniga negatiive, s. t. selliseid negatiive, mille kujutise iseloom rahuldab täielikult nõudeid, mis esitatakse suurendatavatele negatiividele.

Ülalpool vaatlesime tegureid, mis mõjuvad negatiivkujutise teralisusele. Ent negatiivkujutise headust hinnatakse harilikult positiivkujutise järgi; sellepärast ei tohi vaadelda negatiivide peenteralist ilmutamist lahus positiivi valmistamisest.

On tarvis selgitada, kuidas toimetada positiivprotsessi, et ei halveneks antud negatiivist suurendamise teel saadava positiivi kvaliteet.

Osutub, et positiivi kvaliteeti mõjutab peale negatiivi teralisuse veel rida tegureid:

1) valgustuse iseloom projitseerimisel;
2) suurendusaparaadi valguse spektraalne koostis;
3) fotopaberi iseloom;
4) objektiivi diafragmeerimise aste suurendamisel;
5) optiliste valgusehajutajate (difusooride) tarvitamine.

Me ei hakka üksikasjaliselt vaatlema, milles väljendub iga üksiku teguri mõju positiivkujutise teralisusele, meenutasime neid vaid selleks, et lugejal ei tekiks arvamine, et peenteralise kujutise saamise ainsaks aluseks on negatiivprotsess.

Toome paljudest ilmutiretseptidest kaks retsepti, milliseid ainult tingimisi võib nimetada peenteraliseks.

Ilmuti D-76.

Vett	kuni 1000 cm³
Metooli	2 g
Sulfitit, kristallilist . .	200 g
Hüdrokinooni	5 g
Booraksit	2 g

Suurest sulfiti sisaldusest tingituna tuleb kinni pidada järgmisest korrast, et saavutada kõikide ainete täielikku lahustumist.

1. Metool lahustatakse väheses vees (milles eelnevalt on lahustatud näputäis sulfitit) 50° C juures ning valatakse see lahus ilmutilahuse jaoks määratud üldisesse anumasse.

2. Lahustatakse eraldi veerand osa sulfitit kuumas (70° C) vees ja lisatakse juurde hüdrokinoon, vedelikku pidevalt kuni täieliku lahustumiseni segades; siis valatakse lahus üldisesse

anumasse, saadud lahusele lisatakse ülejäänud sulfiti ja booraksi lahus ning lahjendatakse külma veega kuni nõutava mahuni.

Peenterailmuti juures on sulfiti kvaliteet olulise tähtsusega. Fotograafias tarvitatav sulfit sisaldab tavaliselt suure hulga soodat — kristalliline sulfit 5—6%, veevaba aga 9—10%, mis suurendab lahuse leelisust, seetõttu kaotab aga ilmuti oma spetsiifilised omadused. Peenterailmuti jaoks peab kasutama reaktiiviks tarvitatavat naatriumsulfitit, või veel parem — analüütiliselt puhast.

Ilmuti pikaajalisel tarvitamisel pannakse mõnikord tähele lahuse hägunemist. See nähtus on seletatav sellega, et lahustunud hõbeda halogeensool taandub ilmuti toimel metalliliseks hõbedaks. Kahjulikku toimet hägusus ei avalda, samuti nagu metallilise hõbeda õhuke kiht, mis aegamööda katab ilmutamiseks kasutatava anuma seinu. Kuid ilmuti töövõime liigsel nõrgenemisel tekib sadestist väga palju ja siis see langeb ka negatiivi pinnale.

FOTOGRAAFILINE ISELOOMUSTUS.

Ilmutamise kiirus. Värskes ilmutis on ilmutamise kestus 18—20° C temperatuuri juures 15—25 minutit. Iga järgmise filmirulli puhul pikeneb aeg 10%.

Maksimaalne tihedus. Normaalselt säritatud ülesvõtetel ilmuvad heledad valgused kuni tihedusenäitajani 2, mis saavutatakse 20—25 minuti jooksul (sõltuvalt negatiivmaterjalist).

Kontrastsuskoefitsient. Ilmuti vähendab kontrastsust 1,5—2 korda võrreldes sellega, mis saadakse standardses paraamiidofenool-ilmutis 8-minutisel ilmutamisel.

Looritekitamise omadus. Ei ole suurem kui standardse paraamiidofenool-ilmutiga.

Säilivus tarvitamata olekus. Ilmuti D-76 säilitab oma algomadused kaks kuud pärast valmistamist, kui ained on lahustatud keedetud vees ja lahus säilitatakse kinnikorgitud pudelis.

Töövõime. 500 cm^3 ilmutis D-76 võib ilmutada 2 filmirulli, kusjuures teise rulli ilmutamisel lahuse omadused varjude läbitöötuse suhtes mõnevõrra halvenevad. Ilmuti töövõime pikendamiseks lisatakse talle iga filmirulli ilmutamise järel

värskendavat lahust, ja nimelt niisugusel hulgal, mis kompenseeriks filmi poolt tarvitatud ilmuti. Värskendava lahuse kasutamisel võib 500 cm^3-s ilmutada 4 rulli filmi. Värskendava lahuse retsept on järgmine:

Vett	kuni 1000	cm^3
Metooli	3	g
Sulfitit, kristallilist . .	200	g
Hüdrokinooni	7,5	g
Booraksit	20	g

Lahus säilib hästi. Valmistusviis on analoogiline põhiretseptile. Ilmutamise kestus jääb samaks.

V e e g a l a h j e n d a m i s e m õ j u. Seda ilmutit ei tohi veega lahjendada.

Toome ilmuti D-76 variandi, mida soovitatakse juhul, kui tekib vajadus reguleerida ilmutatava kujutise kontrastsust.

Ilmuti D-76*d* (puhverilmuti).

Vett	kuni 1000	cm^3
Metooli	2	g
Naatriumsulfitit, kristallilist	200	g
Hüdrokinooni	5	g
Booraksit (teralist) . . .	8	g
Boorhapet	8	g

Selle ilmuti koostamise kohta on kehtivad kõik juhendid, mis on toodud hariliku D-76 ilmuti koostamiseks.

Retseptis näidatud booraksi ja boorhappe hulkade vahekorra juures ei erine selle ilmutamise kiirus hariliku D-76 (s. t. boorhappeta) ilmuti omast. Booraksi kontsentratsiooni suurendamise ja samaaegse boorhappe kontsentratsiooni vähendamise tulemusena ilmutamise kiirus suureneb, ent vastupidisel juhul — booraksi kontsentratsiooni vähendamisel ja boorhappe kontsentratsiooni suurendamisel väheneb ilmutamise kiirus.

Boorhappe suure kontsentratsiooni puhul väheneb ilmuti töövõime, sest niisuguses lahuses väheneb ilmutava aine taandav võime. Kuid kõnesolevat ilmutit soovitatakse eriti juhtudel, kui ei taheta saada liiga suure kontrastsusega kujutist. Väikest kontrastsuskoefitsienti võib saavutada ka harilikkude (mitte puhver-) ilmutite lahjendamise teel. Sel juhul on aga ilmuti D-76*d* töövõime ja ökonoomsus suuremad kui lahjendatud D-76-ilmutil, et

võrdse ilmutamise ajaga saavutada ühesugust kontrastsuskoefitsienti.

Teinekord võib värskeltkoostatud ilmuti D-76*d* tarvitamisel esineda kerge loor; selle tekkimist võib vältida, kui lisada 1 l ilmutile D-76*d* 3—5 tilka 10%-list kaaliumbromiidi lahust.

Peab märkima, et peenterailmuteid saab omavahel võrrelda nende võime suhtes anda peeneteralisi kujutisi ainult sel juhul, kui peetakse kinni järgmistest tingimustest:

1) võrdluskatseteks kasutatakse üht ja sama negatiivemulsiooni;

2) ilmutatakse kuni võrdsete kontrastsuskoefitsientideni;

3) võrreldakse võrdse tihedusega pindalasid.

Katsed on näidanud, et D-76 tüüpi ilmutid ei evi kujutise peeneteralisuse suhtes erilisi paremusi võrreldes normaalsete ilmutitega. Teiste sõnadega, harilikku tüüpi ilmutitega lühiaegsel ilmutamisel (s. t. kuni väikese kontrastsuskoefitsiendini) saavutatav kujutise teralisus ei erine ilmutiga D-76 saavutatavast.

Ent lühiajaline ilmutamine normaalsete ilmutitega toob endaga kaasa kujutise kvaliteedi tugeva languse, sest nendes ilmutites töötatakse läbi peamiselt valgused, vähesel määral ka pooltoonid, varjude detailid aga jäävad läbi töötamata. Peale selle toimub ilmutamise esimestel minutitel kontrastsuskoefitsiendi kasv märksa kiiremini kui järgmistel; sellepärast on lühiaegsel ilmutamisel palju raskem reguleerida ilmutamise käiku ja katkestada täpselt parajal ajal, et saavutada vajalikult väikest kontrastsuskoefitsienti. Ilmuti D-76-ga teostatav aeglane ilmutamine ei võimalda detailide saamist mitte ainult valgustes ja pooltoonides, vaid ka varjudes. Nii on D-76 tüüpi ilmutite põhiliseks paremuseks negatiivmaterjali tundlikkuse suurenemine (umbes 35%).

Sellepärast ei saa ilmutit D-76 lugeda ehtsaks peenteraliseks ilmutiks.

Ent siiski on olemas ilmuteid, mis annavad palju peenema tera kui kõik teised ilmutid (nende hulgas ka ilmuti D-76). Kõige soodsamalt mõjub kujutise teralisuse vähenemisele p a r a f e n ü l e e n d i a m i i n i kasutamine ilmutava ainena. Ent parafenüleendiamiin-ilmutite tarvitamine toob endaga kaasa terve rea ebamugavusi: need ilmutid on mürgised, jätavad kätele ja riietele raskelt kõrvaldatavaid plekke; nendega ilmutamine

kestab harilikult väga kaua (kuni 1 tund). Lõpuks on nende ilmutitega ilmutatud negatiivid harilikult kaetud dikromaatse looriga.

Tõeliste peentera-ilmutite peamiseks tunnuseks on see, et nad sisaldavad soola või sooli, mis soodustavad osa hõbeda halogeensoola lahustumist. Kui ilmutilahuses leidub hõbeda ioone, siis algab broomhõbeda taandumine metalliliseks hõbedaks mitte ainult kristalliterade pinnal, vaid ka lahuses eneses, emulsiooniteradele vahetus läheduses. Et metalliline hõbe lahustub ilmutilahuses ainult vähesel määral, siis sadestub ta ilmutuskeskustele, mis asuvad hõbebromiidi terakeste pinnal; need ilmutuskeskused osutuvad käesoleval juhul kristallisatsioonikeskusteks. Niisugust protsessi nimetatakse füüsikaliseks ilmutamiseks.

Üheaegselt füüsikalise ilmutamisega toimub ka keemiline ilmutamine, s. t. meile juba tuntud hõbebromiidi taandamine metalliliseks hõbedaks, mis toimub ilmutava aine molekuli adsorbeerimise tagajärjel ilmutuskeskuste poolt. Kui võrrelda ainult füüsikalise ja ainult keemilise ilmutamise tulemusena saadud metallilise hõbeda terakeste iseloomu, siis osutub, et ümbritsevast lahusest hõbeda kristallisatsiooni tagajärjel saadavad terakesed omavad palju suuremat füüsikalist tihedust ja kompaktsust kui keemilisel ilmutamisel tekkivad kobedad terakesed.

Siit selgub, et on silmanähtavalt otstarbekas viia ilmutisse aineid, mis suurendavad hõbebromiidi lahustuvust. Hõbebromiidi lahustuvus suureneb kontsentreeritud sulfitilahuses; ent ainuüksi sulfiti kontsentratsiooni tõstmine ilmutis pole küllaldane kujutise teralisuse märgatavaks vähendamiseks. Katsed viia ilmutisse hüposulfitit isegi tühistes kontsentratsioonides ei andnud edukaid tulemusi, sest sel juhul vähenes tugevasti fotokihi tundlikkus ning lisaks sellele tekkis ilmutamise tagajärjel dikromaatne loor.

Pärast kõne all oleva küsimusega seoses olevaid väga pingelisi uurimistöid õnnestus leida kompromiss-lahendus. Väikese hulga kaaliumbromiidi viimine ilmutilahusesse tagab negatiivi teralisuse märgatava vähenemise, ilma et seejuures kuigivõrd väheneks valgustundlikkus (üldse 30—35%). Seda ilmutit DK-20 on soovitav kasutada kõigi väikeformaadiliste negatiivide ilmutamiseks.

Vett	kuni	1000 cm³
Metooli		5 g
Sulfitit, kristallilist		200 g
Booraksit		4 g
Kaaliumrodaniidi (10%-line lahus)		10 cm³
Kaaliumbromiidi		0,5 g

Ainete lahustamisel peab kinni pidama samadest reeglitest, mis on soovitatud ilmuti D-76 jaoks (pidada silmas, et kaaliumrodaniid on mürgine). See ilmuti on parim peentera-ilmuti; ta annab 2 korda peenema tera kui ilmuti D-76.

FOTOGRAAFILINE ISELOOMUSTUS.

Ilmutamise kiirus. Värskes ilmutis kestab ilmutamine 25—35 minutit, kui lahuse temperatuur on 18° C; kõrgem temperatuur pole lubatav, sest siis suureneb teralisus. Iga järgneva rulli ilmutamise kestust tuleb suurendada 10% võrra.

Maksimaalne tihedus. Normaalselt säritatud ülesvõtetel ilmuvad heledad valgused kuni tiheduseni 2, mis saavutatakse 25—35 minuti jooksul (sõltuvalt negatiivmaterjalist).

Kontrastsuskoefitsient. Ilmuti vähendab kontrastsuskoefitsienti kaks korda, võrreldes standardse paraamiidofenool-ilmutiga.

Looritekitamise omadus. On mõnevõrra väiksem kui standardse paraamiidofenool-ilmuti puhul.

Säilivus tarvitamata olekus. Ilmuti DK-20 säilitab oma algomadused kahe kuu jooksul pärast valmistamist, kui ained on lahustatud keedetud vees ja lahus hoitakse kinnikorgitud pudelis.

Töövõime. 500 cm³ ilmutis võib ilmutada 2 rulli kinofilmi. Vastupidavuse suurendamiseks lisatakse ilmutile pärast iga filmi ilmutamist värskendavat lahust. Seda tuleb lisada nii palju, et see kompenseeriks filmi poolt kaasaviidud ilmuti. Värskendava lahuse kasutamisel võib 500 cm³ ilmutis ilmutada 8—10 rulli kinofilmi. Värskendava lahuse retsept on järgmine:

Vett	kuni	1000 cm³
Metooli		7,5 g
Sulfitit, kristallilist		200 g
Booraksit		30 g
Kaaliumrodaniidi (10%-line lahus)		50 cm³
Kaaliumbromiidi		1 g

Lahuse säilivus on hea. Valmistusviis on analoogiline põhiretseptile.

Veega lahjendamise mõju. Seda ilmutit ei tule veega lahjendada.

Kujutise värvus. Kaaliumrodaniidi olemasolu ilmutilahuses tingib mõne filmisordi kihis hõbeda sadestise värvumise. See värvus on vähese intensiivsusega, ta suurendab mõnevõrra efektiivset kontrastsuskoefitsienti ja ei sega positiivprotsessi.

Ilmutites D-76 ja DK-20 võib ilmutada ka plaate, kui seejuures kasutada erilisi paake vertikaalseks ilmutamiseks.

Vannis ilmutamisel (s. t. fotokihi horisontaalse asendi puhul) väheneb ilmutamise kestus 20% võrra võrreldes vertikaalse ilmutamisega.

Peentera-metoolilmuti D-25.

Alles hiljuti on avaldatud uue peentera-ilmuti retsept, mis oma koostiselt on lihtne ja üsna sobiv ilmutamiseks kõrge temperatuuri juures (25° C).

Ilmutis D-25 ilmutatud negatiivmaterjalid omavad head fotograafilist laiust ja looristuvad väga vähe. Naatriumbisulfiti (või kaaliummetabisulfiti) olemasolu selles lahuses vähendab ilmuti pH väärtust (happesust). Ilmutilahus D-25 on nõrgalt happene. Sellepärast peab ilmutamine kestma normaalse temperatuuri (20° C) juures 45 minutit. Ilmutamise kestuse vähendamiseks on soovitav temperatuuri tõsta kuni 25° C. Sel juhul on ilmuti D-25 omadused sarnased tuntud peenterailmuti DK-20 omadustega, kui viimast kasutada 20° C temperatuuril. Ilmutamise kestus on mõlemal juhul võrdne (23 min.); tundlikkus ja teralisus on samuti ühesugused või siis ilmuti D-25 tarvitamisel mõnevõrra väiksem.

Ilmuti D-25.

Vett (50° C)	kuni 1000 cm³
Metooli	7,5 g
Naatriumsulfitit, veevaba	100 g
Naatriumbisulfitit . . .	15 g
(või kaaliummetabisulfitit	16 g)

Kui aga suurendada iga järgneva kinofilmi ilmutamise kestust, siis võib selles ilmutis ilmutada mitu filmi. Näiteks, kui ilmutada paagis, mille maht on 350 cm³, siis tuleb iga järgmise

pooli juures ilmutamise kestust suurendada 15% võrra. Nii võib nimetatud koguses ilmutada kolm kinofilmi, mille järel tuleb töövõime kaotanud ilmuti välja valada.

Võrgu tekkimist, s. t. kaltsiumsulfitist koosneva sadestise tekkimist fotokihil võib vältida ilmumist seiskava happelise lahuse kasutamisega; viimane koostatakse järgmise retsepti järgi:

Vett	. . . . .	kuni 1000 cm³
Jäist äädikhapet	. . . .	9 g
Naatriumsulfaati,	veevaba	45 g

Veevaba naatriumsulfaati võib asendada kristallilise glaubrisoolaga (kristallilise naatriumsulfaadiga), võttes viimast 105 g 1 l lahuse kohta.

Kui ilmuti temperatuur ületab 26,5° C, siis on ilmutamise lõpetamisel (enne kinnistisse asetamist) soovitav filmi töödelda seiskavas kroommaarja lahuses, mille koostis on järgmine:

Vett	. . . . .	kuni 100 cm³
Kroommaarjat	. . . . .	30 g
Naatriumsulfaati,	veevaba . .	60 g

Veevaba sulfaadi asemel võib 1 l kohta võtta 140 g kristallilist. Nimetatud lahuses peab filmi töötlema 3 minutit.

Et vältida võrgu tekkimist, peab seda seiskavat lahust segama.

Tarvitatud kroommaarja lahust ei tule alal hoida, vaid iga kord asendada värskelt koostatud lahusega.

39. ILMUTAMINE DESENSIBILISEERIMISEGA (TUIMENDAMISEGA).

Pankromaatiliste fotokihtide ilmutamine oli varem seotud suurte raskustega. Nüüd on aga need raskused kõrvaldatud avastatud arvukate värvainete abil, mis vähendavad emulsiooni tundlikkust, samal ajal aga ei kahjusta latentset kujutist.

Desensibiliseerimist võib teostada kahel viisil: 1) töödelda plaati (filmi) enne ilmutamist 2 minuti kestel desensibiliseerivas lahuses või 2) ilmutada ilmutis, mis sisaldab desensibiliseerivaid värvaineid.

Pärast desensibiliseerimist võib ilmutada:

a) värvitundetuid fotokihte — helekollases valguses;

b) ortokromaatilisi fotokihte — oranžis valguses;

c) pankromaatilisi fotokihte — punases või helerohelises valguses.

Desensibiliseerivate värvainetena kasutatakse: 1) safraniin-T, 2) pinakrüptoolkollast ja 3) pinakrüptoolrohelist.

1. Safraniin-T. Desensibiliseerimine teostatakse fotokihi üheminutise töötlemisega lahuses, mille kontsentratsioon on 1 : 5000. Valgustundlikku kihti jäänud värvaine kõrvaldatakse lahusega:

Vett	kuni 1000 cm^3
Naatriumnitraati	1 g
Soolhapet, kontsentreeritud	10 cm^3

2. Pinakrüptoolkollast ei viida ilmutilahusesse. Desensibiliseerimiseks töödeldakse fotokihti enne ilmutamist tema lahuses, mille kontsentratsioon on 1 : 1000 kuni 1 : 2000.

3. Pinakrüptoolroheline. Desensibiliseerimist võib teostada ilmutamisele eelneva töötlemisega või siis üheaegselt ilmutamisega. Esimesel juhul tarvitatakse desensibilisaatorit kontsentratsioonis 1 : 5000 kuni 1 : 10 000, teisel juhul — kontsentratsioonis 1 : 20 000 kuni 1 : 25 000.

Desensibilisaatorit ei või lisada igale ilmutilahusele; tema olemasolu ilmutis põhjustab mõnikord loori tekkimise.

Eespool toodud ilmutilahuste retseptidest võib pinakrüptoolrohelist lisada glütsiin-ilmutile; selleks tuleb 1000 cm^3 ilmutilahuse kohta võtta 30 cm^3 pinakrüptoolrohelise lahust kontsentratsioonis 1 : 500.

Kui desensibilisaator viiakse ilmutilahusesse, siis võib juba pärast 1—2-minutilist ilmutamist valgustada laboratooriumi helepunase (või vastavalt kollase) valgusega, mis aga desensibilisaatori puudumisel kutsuks esile plaadi looristumise. Kui desensibiliseerimist teostada enne ilmutamist, siis peab ilmutamise kestust 20% võrra pikendama.

40. KINNISTILAHUSTE LIIGITUS.

Ilmutamisel ei taandu mitte kõik valgustundlikus kihis olev hõbebromiid metalliliseks. Pärast ilmutamist jääb fotokihti veel suur hulk (umbes 75%) taandumata hõbebromiidi. Kui ilmutatud negatiivi vaadelda vastu valgust, siis osutub ta halvasti läbipaistvaks. Niisugusest negatiivist saadud positiivid osutuvad

monotoonseteks, jõuetuteks. Neid negatiive ei tohi valguse kätte viia, sest allesjäänud hõbebromiid taandub valguse toimel aegamööda metalliliseks ning rikub kujutise. Allesjäänud taandumata hõbebromiidi peab valgustundlikust kihist eraldama, puudutamata seejuures kujutist moodustavat metallilist hõbedat.

Hõbebromiidi kõrvaldamisprotsessi nimetatakse nähtava kujutise k i n n i s t a m i s e k s. Kinnistav aine, lahustades hõbeda halogeensoola, kinnistab ilmutamisel saadud metallilisest hõbedast koosneva kujutise, teeb selle püsivaks, kihi aga valguse suhtes tundetuks.

Hõbeda halogeensoola lahustavaid aineid on palju; kõige tarvitatavam on hüposulfit (õige keemiline nimetus on naatriumtiosulfaat). Hüposulfit võeti fotograafilises praktikas tarvitusele juba 1839. a. Hüposulfiti populaarsus on tingitud ühest küljest tema odavusest, teisest küljest aga — hõbeda halogeensoola kergest lahustuvusest temas.

Kinnistilahuseid on mitut liiki:

1. H a r i l i k k i n n i s t i. See on hüposulfiti vesilahus ühes või teises kontsentratsioonis. Seda liiki kinnisti omab rida puudusi, milledest räägime allpool.

2. H a p u k i n n i s t i. Kujutab endast hüposulfiti vesilahust, mis on hapustatud nõrga happega või hapu soolaga. Võrreldes hariliku kinnistiga on hapul lahusel rida paremusi, milledest peamine on ilmumise momentaanne seiskamine fotokihi viimisel kinnistisse. Hapustavate ainetena tarvitatakse kaaliummetabisulfitit, naatriumbisulfitit, äädik- või boorhapet koos naatriumsulfitiga. Loeteldud hapetest on äädikhape kõige enam tarvitatav.

3. P a r k i v k i n n i s t i. Tema koostisesse kuuluvad: hüposulfit, hapud soolad ja parkivad ained. Seda liiki kinnistit tarvitatakse selleks, et vältida želatiinikihi lahtitulemist aluselt või kuplade tekkimist lahuse kõrge temperatuuri juures. Parkivate ainetena kasutatakse kõige sagedamini kroommaarjat ja kaaliumalumiiniummaarjat.

4. K i i r k i n n i s t i. Nagu juba nimetuski näitab, lahustab seda liiki kinnisti hõbeda halogeensoola kiiremini kui teised kinnistilahused. Tema koostisesse kuulub peale hüposulfiti veel ammooniumkloriid.

Enne kui asume kinnistiretseptide juurde, tutvume kinnistilahustesse kuuluvate ainete füüsikalis-keemiliste omadustega.

41. KINNISTILAHUSTESSE KUULUVATE AINETE LÜHIKE KIRJELDUS.

Hüposulfit (naatriumtiosulfaat) esineb kahel kujul: kristallilisena ja veevabana; 150 osa esimest vastab 100 osale teisele. Kristalliline hüposulfit esineb läbipaistvate kristallidena (molekulkaal 248,2). Kristallvesi eraldub raskelt; siiski on hüposulfitit parem säilitada kinnikorgitud klaaspurgis.

Hüposulfit lahustub paremini soojas vees (temperatuur mitte üle 50° C). Jahutab lahustumisel tugevasti lahust. Ent väga kuumas vees ei ole soovitav hüposulfitit lahustada, sest et ta selles osaliselt laguneb.

Valguse toimel laguneb hüposulfiti vesilahus aeglaselt, eraldades seejuures väävlit, mis pikaajalisel seismisel langeb sadestisena põhja; sellepärast ei tohi hüposulfiti lahust kauakestvalt hoida heledas valguses.

Hüposulfit ja teda sisaldavad lahused nõuavad hoolikat käsitsemist. Kinnisti pritsmete, kuivanud kinnisti kübemete või tema jälgede sattumine sõrmedelt paberile või plaadile tekitab viimastel parandamatuid laigukesi.

Hüposulfitit iseloomustab reaktsioon mineraalhapetega, mille juures eraldub vääveldioksüüd ja väävel. Kontsentreeritud lahuse puhul eraldub väävel otsekohe kollase sadestisena, lahjendatud lahuse korral võib aga väävli eraldumine toimuda 1—2 minuti jooksul, kusjuures lahus omandab alul piimja värvingu.

Naatriumbisulfit (hapu väävlishapunaatrium) (molekulkaal 104) kujutab endast tugevasti vääveldioksüüdi järele lõhnavaid väikesi valgeid kristalle. Teda peab tingimata säilitama väga tihedalt korgitud pudelis, sest bisulfit hapendub õhu käes sulfaadiks. Naatriumbisulfit lahustub kergesti vees ja piirituses. Lahustada võib ainult külmas vees. Vesilahused ei ole püsivad. Soola ja lahust peetakse kõlbmatuks, kui puudub vääveldioksüüdi lõhn.

Iseloomustavaks reaktsiooniks on vääveldioksüüdi eraldumine hapete toimel ja kaaliumpermanganaadi hapustatud lahuse valastumine bisulfiti lahuse lisamisel.

Ammooniumkloriid ehk salmiaak (molekulkaal 53,5) kujutab endast valgeid kõvu kiudjaskristallilisi tükikesi või valget kristallilist pulbrit. Lahus säilib hästi. Ammooniumkloriid sisaldab sageli igasuguseid lisandeid ning on sel juhul halli või kollakas-

halli värvusega. Fotograafilisteks otstarveteks võetakse ainult puhast soola. Kuna see on hügroskoopne, siis tuleb teda säilitada lihvitud korgiga purgis.

Kaalium-alumiiniummaarjas (molekulkaal 948,8) kujutab endast õhu käes porsuvaid värvituid kristalle. Lahustub halvasti külmas vees, hästi — kuumas. Lahus on hapu reaktsiooniga ja teeb suu paksuks nagu toomingamari. Kuumutamisel maarjad sulavad ning kaotavad kristallvee (45,5% oma kaalust). Kaaliummaarjat peab säilitama lihvitud korgiga klaaspurgis.

Kaalium-alumiiniummaarja lahusele mõne tilga leelise lisamisel tekib alumiiniumhüdroksüüdi sültjas värvitu sadestis. See on kaalium-alumiiniummaarjale iseloomustav reaktsioon. Kui leelist lisada ülihulgas, siis lahustub see sadestis otsekohe.

Kroommaarjas (molekulkaal 998,8) kujutab endast vees hästi lahustuvaid tumevioletseid kristalle. Vesilahus on hapu reaktsiooniga ja iseloomustava sinakas-violetse värvusega. Õhu käes kristallid porsuvad ja kattuvad hallika kirmega. Hoida korgitud purgis.

Iseloomustav reaktsioon on analoogiline kaalium-alumiiniummaarja reaktsiooniga.

42. KINNISTAMISPROTSESSI OLEMUS.

Nagu juba selgus, võib kinnistilahuse koostis olla väga lihtne (ainult hüposulfiti lahus), aga ka küllalt keeruline. Nii ühel kui teisel juhul on kinnistamisprotsessis peamine tähtsus hüposulfitil, mis hõbeda halogeensoolaga ühinedes viib selle lahustatud olekusse.

Kui ilmutatud plaat asetada hüposulfiti lahusesse, siis tungib viimane valgustundlikku kihti ning alustab reageerimist hõbebromiidiga.

Algul tekkiv lahustumatu primaarne naatrium-hõbetiosulfaat reageerib otsekohe uute hüposulfiti osadega, andes lõpuks küllalt keerulise koostisega vees lahustuva soola.

Tunduv osa lahustuvat naatrium-hõbetiosulfaati läheb fotokihist üle kinnistilahusesse ning negatiiv muutub hästi läbipaistvaks. Järgneva pesemisega võib täielikult eraldada želatiinikihti jäänud soolad ja samuti ilmuti jäljed ning saada sel teel

täielikult kinnistatud negatiivi, mille želatiinikiht sisaldab ainult metallilist hõbedat.

Kinnistamisprotsess ei kulge normaalselt, kui tarvitatakse vana kinnistilahust; sel juhul tekib vees raskesti lahustuv sool, mida ei ole võimalik želatiinist pesemisega täielikult eraldada. Ühel või teisel määral želatiini jääv sool ei ole püsiv ning laguneb aja jooksul. Sel juhul toimuva reaktsiooni juures eralduvad hõbesulfiid, väävel ja väävelhape rikuvad kujutise, põhjustades pruune laike.

Samasugustele tulemustele viib ka normaalselt kinnistatud negatiivide mitteküllaldane pesemine. Suuremal või vähemal hulgal emulsioonikihti jäänud naatrium-hõbetiosulfaat (kaksiksool) laguneb. Järgnevalt tekkiv hõbesulfiid ja väävel katavad negatiivi laikudega ja muudavad ta edasiseks töötlemiseks kõlbmatuks. Teisest küljest võib kihis asuv väljapesemata hüposulfit osutada edaspidi kahjulikku mõju kujutisele, mille hõbe hapendub hõbesulfiidiks.

Eeltoodust selgub, et: 1) alati tuleb hüposulfitit võtta tunduvas ülihulgas ja 2) pärast kinnistamist peab negatiive ja positiive hoolikalt pesema.

Ei ole soovitav jätta negatiive hüposulfitisse liiga kauaks (mõneks tunniks), sest sel juhul nõrgeneb hõbedast kujutis mõnevõrra. Teiselt poolt aga liiga lühiajaline kinnistamine rikub negatiivi parandamatult.

Kinnistamise kestuse määramisel tuleb juhinduda ajast, mis kulub negatiivi üldise läbipaistvuse saavutamiseks: plaati võib lugeda normaalselt kinnistatuks, kui kinnistamist toimetada kaks korda kauem üldise läbipaistvuse saavutamise ajast, s. t. kaks korda kauem, kui kulus aega negatiivi klaasipoolselt küljelt piimja värvuse kadumise hetkeni. See reegel on tingitud asjaolust, et täieliku läbipaistvuse saavutamise hetkel ei ole veel lõppenud lahustuva kaksiksoola tekkimisprotsess ning järelikult on kihis veel mõningane hulk lahustumatut ebapüsivat kaksiksoola, mis edaspidi laguneb ja värvib fotokihi.

43. KINNISTAMISE KESTUS.

Seoses fotoasjanduse ja eriti kinematograafia arenemisega on kinnistamise küsimusi põhjalikult uuritud. Kinnistamisprotsessi üksikasjalist uurimist alustati 1907. a. kinnistilahuste töövõime uurimisega.

1913. a. võeti ette kinnistamise kiirust mõjutavate mitmesuguste tegurite uurimine. Lõpuks, ajavahemikul 1915.—1930. a. teostati terve rea uurijate poolt kapitaalne töö kinnistite üle.

Kõigi nende tööde tulemusena tehti kindlaks, et kinnistamise kestus sõltub põhiliselt järgmistest teguritest:

1) fotokihi iseloomust ja paksusest, aga ka tema parkumise astmest;
2) hüposulfiti kontsentratsioonist;
3) kinnistilahuse temperatuurist;
4) kinnisti segamisest kinnistamise ajal;
5) kinnistilahuse töövõimest.

1. Nagu kogemused on näidanud, kinnistub jämedateraline fotokiht aeglasemalt kui peeneteraline. See nähtus seletub ilmselt sellega, et mida väiksemad on fotokihti moodustavad hõbebromiidi terad, seda suurem on üldine kokkupuutepind lahuses oleva hüposulfitiga ning seetõttu kulgeb keemiline reaktsioon nende ainete vahel kiiremini.

Paksud ja parkunud fotokihid kinnistuvad aeglasemalt kui õhukesed, sest et ühelt poolt kulub hüposulfiti kihi sisemusse difundeerumiseks rohkem aega ja teiselt poolt — paksud kihid sisaldavad pinnaühiku kohta suuremal hulgal hõbedat.

2. Hüposulfiti kontsentratsioon mõjutab suuresti kinnistamise kiirust. Uurimused on näidanud, et kinnistamisprotsess kulgeb kõige kiiremini hüposulfiti 40-protsendilise kontsentratsiooni juures. Hüposulfiti teiste kontsentratsioonide korral kinnistamise kiirus väheneb. Harilikult kasutatakse hüposulfiti 25%-list lahust.

3. Temperatuuri tõstmine suurendab kinnistamise kiirust.

4. Lahuse vahetpidamatu segamine suurendab kinnistamise kiirust 10—15% võrra, sest see võimaldab lahuse kiiremat vahetumist kihi pinnal.

5. Kinnistamisprotsessi kiirus sõltub samuti kinnistilahuse töövõimest, kusjuures kiirus väheneb aegapidi mitte üksnes kinnistamisprotsessis äratarvitatava hüposulfiti kontsentratsiooni

vähenemise tõttu, vaid ka protsessi tulemusena tekkivate ainete (lahustuvate soolade — hõbe- ja naatriumhalogeniidide) kogunemise tagajärjel. Naatriumbromiid ja -kloriid aeglustavad protsessi. Peale hõbebromiidi ka hõbejodiidi sisaldavate fotokihtide kinnistamisel tekkiv naatriumjodiid aeglustab kinnistamisprotsessi tugevasti. Seepärast ei ole ratsionaalne tarvitada üht ja sama kinnistilahust liiga kaua. Aja jooksul kaotab lahus töövõime; kinnistamine puuduliku hüposulfiti sisaldusega lahuses viib aga samadele tulemustele nagu mitteküllaldase kestusega kinnistamine.

44. KINNISTILAHUSTE RETSEPTE.

Harilik kinnisti.

Tema koostis on väga lihtne, ta on hüposulfiti vesilahus:

Vett	kuni 1000 cm^3
Hüposulfitit	250 g

Meenutame kinnistilahuste käsitsemise põhireegleid:

1. Vann sisaldagu küllaldasel hulgal hüposulfiti lahust.

2. Enne plaadi asetamist kinnistisse peab teda põhjalikult vees loputama, muidu kutsub kinnistisse sattuv ilmuti esile kinnisti värvumise, mis võib omakorda värvida negatiivi želatiini.

3. Plaati peab kinnistis hoidma küllalt kaua; enne ettenähtud aega väljavõetud plaat muutub aja jooksul kollaseks ja kattub täppidega, hoolimata korralikust pesemisest. Niisuguseid negatiive on hiljem võimata parandada.

4. Kinnistamise lõpp määratakse klaasipoolsest küljest nähtava piimjas-valge kihi kadumise aja järgi; et kinnistumine oleks täielik, peab kinnistamist teostama kaks korda nii kaua, kui kulub aega plaadi kinnistisse asetamise hetkest kuni üldise läbipaistvuse saavutamiseni.

Plaatide kauemaks kinnistisse jätmine mõjub neile kahjustavalt; mõne tunni möödumisel algab negatiivi tiheduse vähenemine. Kinnistamise maksimaalne kestus on 20 minutit. Ühes liitris harilikus kinnistis võib kinnistada mitte rohkem kui 70 negatiivi, suurusega 9×12 cm.

Hapukinnisti.

Et hüposulfiti lahus on nõrgalt leelisese reaktsiooniga, siis kestab hõbeda halogeensoola taandumine veel mõnda aega pärast plaadi asetamist ilmutist kinnistisse, mis võib aga mõjuda kahjulikult negatiivi kvaliteedile, eriti kiirelttöötavate ilmutite kasutamisel. Selle nähtuse kõrvaldamiseks on soovitav viia kinnistilahusesse hapusid soolasid (hapete toimel hüposulfit laguneb otsekohe).

Hapukinnisti saamiseks lisatakse hüposulfitile ühte järgnevatest ainetest:

a) naatriumbisulfitit,
b) kaaliummetabisulfitit,
c) äädikhapet ühes naatriumsulfitiga.

Kinnistit ei tohi hapustada hapetega vahetult (ilma sulfitita), sest nende toimel laguneb hüposulfit ja eraldub väävel.

Hapukinnistil on võrreldes harilikkude kinnistitega rida paremusi:

1) ta katkestab ilmutusprotsessi momentaanselt,

2) ei värvu ilmutava aine hapendumisproduktide toimel, mis kanduvad kinnistisse plaatide või filmidega; seetõttu langeb ära ka negatiivkihi värvumise võimalus ja täppide tekkimine.

Hapukinnisti puudusena tuleb märkida seda, et ta nõuab hariliku kinnistiga võrreldes palju põhjalikumat pesemist.

Hapukinnisti on tarvitamiseks kõlbmatu, kui kinnistilahusega niisutatud sinine lakmuspaber ei värvu ilmselt punaseks.

Toome hapukinnisti retsepti:

Vett	kuni 1000 cm^3
Hüposulfitit, kristallilist . . .	250 g
Kaaliummetabisulfitit	30 g

Selles kinnistis ei või kinnistada rohkem kui 80 negatiivi suurusega 9×12 cm. Kinnistamise maksimaalne kestus on 20 minutit.

Kaaliummetabisulfitit võib asendada naatriumbisulfitiga. Kaaliummetabisulfiti ja naatriumbisulfiti puudumisel võib hapukinnistit valmistada sulfitiga ja hapetega, näiteks äädik-, boor-, väävelhappega jne.

Sel viisil saadava hapukinnisti koostamisel peab rangelt kinni pidama kindlaksmääratud korrast. Ei tohi talitada nii,

et lahustatakse hüposulfit ja sulfit ning siis lisatakse äädikhape (või essents); sel juhul ei toimi äädikhape mitte ainult sulfitisse, vaid ka hüposulfitisse, kusjuures viimane laguneb ning eraldub väävel. Äädika-essentsi peab sulfitile lisama väikeste annustena ja saadud lahuse võib alles 10—15 minuti pärast valada hüposulfiti lahusesse.

I.	Vett	kuni 500 cm^3
	Sulfitit, kristallilist	50 g
	Äädika-essentsi, 30%-list . .	50 cm^3
II.	Vett	kuni 500 cm^3
	Hüposulfitit, kristallilist . .	250 g

Maksimaalne kinnistamise kestus on 20 minutit.

Äädika-essentsi võib asendada 5 cm^3 kontsentreeritud väävelhappega (keemiliselt puhta).

Väävelhapet tuleb enne sulfitilahusesse valamist veega 20 korda lahjendada. Väävelhappega töötamisel peab olema ettevaatlik — valama hapet vette, mitte aga vastupidi, sest viimasel juhul hakkab vesi ägedalt keema ning pritsub laiali.

Parkivkinnisti.

Soojal ajal tursub želatiin vee kõrge temperatuuri tagajärjel ja võib oma aluse küljest lahti sulada. Selle vältimiseks teostatakse enne kinnistamist kihi erilist parkimist või tarvitatakse parkivkinnistit.

Enne kui asume parkimisviiside vaatlemisele, selgitame milles seisab parkimise olemus.

Želatiini võib parkida ajutiselt või püsivalt. Ajutiselt parkiv aine tõstab želatiini sulamispunkti ja väldib tema tursumist ainult parkiva lahusega kokkupuutumise ajal. Niisuguste ajutiselt parkivate ainete esindajaks on glaubrisool (naatriumsulfaat).

Želatiini püsivalt parkimist teostatakse želatiini tursumise vähendamiseks järgnevatel töötlemistel.

Orgaanilistest ainetest tarvitatakse želatiini parkimiseks formaliini. Anorgaanilistest ainetest on enamtarvitatavad tugeva parkimisvõimega kaalium-alumiinium- ja kroommaarjas. Kroommaarjal on suurem parkimisvõime kui kaalium-alumiinium-

maarjal; mõlemad ained lahustuvad vees ja ei anna ilmutavate ainetega värvilisi ühendeid.

Nii kaalium-alumiinium- kui ka kroommaarjaga parkimist teostatakse otsekohe pärast ilmutamist ja negatiivi loputamist. Seejärel pestakse negatiiv või positiivpilt ja kinnistatakse.

Enamasti tarvitatakse eraldi parkimise ja kinnistamise asemel haput parkivkinnistit.

Hapu parkivkinnisti koostamisel on tarvis kinni pidada järgmistest reeglitest:

1) maarjalahust ei tohi valada vahetult hüposulfiti lahusesse;
2) hüposulfiti lagunemise vältimiseks peab tingimata enne maarja lisamist viima lahusesse hapusid soolasid, näiteks naatriumbisulfitit või kaaliummetabisulfitit või siis orgaanilist hapet koos sulfitiga;
3) nende ainete puudumisel võib neid asendada väävelhappega hapustatud sulfitilahusega.

Toome hapu parkivkinnisti retsepti:

I.	Vett	kuni 1000	cm^3
	Hüposulfitit	350	g
II.	Vett	kuni 250	cm^3
	Sulfitit, kristallilist	50	g
	Äädika-essentsi, 30%-list	50	cm^3
	(või 4 cm^3 keemiliselt puhast väävelhapet, kontsentreeritud)		
III.	Vett	kuni 150	cm^3
	Kroommaarjat	18	g

Valmistades lahust II, tuleb kinni pidada ülaltoodud ettevaatusabinõudest. Pärast kuumenenud lahuse täielikku jahtumist, kuid mitte enne 10—15 minutit, valatakse lahus II lahusesse I ja alles selle järel võib lisada maarjalahuse. See kinnisti tõstab sulamistemperatuuri kuni 60—65° C. Nimetatud koguses võib kinnistada mitte enam kui 80 negatiivi formaadis 9×12 cm. Kinnistamise maksimaalne kestus on 20 minutit.

Kihi sulamistemperatuuri tõstab veel kõrgemale järgmine hapu parkivkinnisti:

Vett	kuni 1000	cm^3
Hüposulfitit	250	g
Kaaliummetabisulfitit	30	g
Kroommaarjat	23	g

Selles koguses võib kinnistada mitte enam kui 80 negatiivi formaadis 9×12 cm. Kinnistamise maksimaalne kestus on 20 minutit.

Hoolimata kinnistilahuse koostamise õigest järjekorrast, langeb väävel mõnikord siiski välja. See võib olla tingitud järgmistest põhjustest:

1) lahuse liiga kõrge temperatuur: tema koostamisel ja säilitamisel ei tohi temperatuur tõusta üle 18—20° C;
2) kasutati hapendunud sulfitit või oli sulfitit võetud vähe;
3) happe kontsentratsioon oli liiga suur või teda võeti liiga palju.

Kiirkinnisti.

Pärast hüposulfiti kinnistavate omaduste avastamist katsetati teisi väävlishappe sooli, et kindlaks määrata nende kinnistavaid omadusi. Kõige sobivamate omadustega aineks, mis asendab hüposulfitit, osutus ammooniumtiosulfaat, kuid hoolimata sellest, et tal on märksa kiirem kinnistav toime, ei ole ta oma kalliduse tõttu laialdast kasutamist leidnud. Hiljem tekkis mõte saavutada ammooniumtiosulfaati ammooniumkloriidi ja hüposulfiti vastastikusel toimel kinnistis eneses.

Uuriti põhjalikult ammooniumkloriidi mitmesuguste hulkade mõju kinnistamiskiirusele hüposulfiti erinevate kontsentratsioonide juures. Kõige praktilisemaks osutus 20%-line hüposulfiti lahus 2,5—5%-lise ammooniumkloriidi lisandusega.

Peab märkima, et ammooniumkloriidi kasutamisel tekivad vähepüsivad hõbeda ja naatriumi kaksiksoolad, ning selle tõttu on eriline tähtsus negatiivide hoolikal pesemisel.

Toome kiirkinnisti retsepti:

Vett	kuni 1000 cm³
Hüposulfitit	200 g
Ammooniumkloriidi . . .	40 g

Esimese kolme plaadi kinnistamise kestus 200 cm³ lahuses on 4 minutit; seepärast on seda kinnistit otstarbekas kasutada kiirtähtajaliste ülesvõtete töötlemisel.

Uhes liitris kinnistis võib kinnistada kuni 80 negatiivi suurusega 9×12 cm. Maksimaalne kinnistamise kestus on 12—14 minutit.

Peale kiirkinnistite, mis sisaldavad hüposulfitit ja ammooniumkloriidi, tarvitatakse hapusid kiirkinnisteid.

Kinnisti tarvitamiskõlblikkuse kindlaksmääramine.

Kinnistilahuse kvaliteedile osutatakse harilikult vähe tähelepanu. See põhjustab aga produktsioonis hulgalist praaki. Praagi vältimiseks peab tingimata kontrollima kinnisti töövõimet.

Kinnistilahus loetakse kõlbmatuks, kui:

1) toimub väävli eraldumine;
2) lahus omandab tumeda värvuse, mille tõttu värvub želatiin;
3) kinnistamise kestus suureneb poolteist korda võrreldes retseptis märgitud ajaga.

45. NEGATIIVIDE PESEMISE JA KUIVATAMISE TEHNIKA.

Pesemine.

Kui negatiiv on kinnistatud, siis loputatakse teda vees ja asetatakse pesemiseks veega täidetud vanni või paaki. Vees pesemisega eraldatakse želatiinist lõplikult kõik kujutise vastupidavust kahjustavad produktid.

Negatiivide pesemine põhineb difusioonil, mille olemus seisab järgnevas:

Kui meil on soolalahus ja puhas vesi (või mõne teise soola lahus) ja need on eraldatud urbse vaheseinaga, käesoleval juhul želatiiniga, siis need kaks vedelikku difundeeruvad nii kaua, kuni segu kontsentratsioon mõlemal pool vaheseina osutub võrdseks.

Želatiinis peituvad ioonid difundeeruvad vette algul kiiresti, hiljem ikka aeglasemalt, kuni on saavutatud ioonide kontsentratsiooni tasakaal želatiini ja ümbritseva vee suhtes. Pärast tasakaalu saavutamist ei ole põhjust negatiivi kauem samas vees hoida, sest siis ei toimu enam pesemist. Sellepärast tuleb võtta värske vesi; difusioon algab uuesti ja kestab jälle kuni ioonide kontsentratsioonide tasakaalustumiseni; seejärel tuleb vett uuesti vahetada jne.

Negatiivide pesemist võib toimetada kahel viisil: a) jooksvas vees ja b) kindlaksmääratud ajavahemikkude järel vett vahetades.

Jooksvas vees pestes tuleb kinni pidada järgmistest reeglitest:

1) vett ei tohi vanni või paaki juhtida ülalt, vaid alt ja tingimata surve all (sel juhul toimub vee tsirkulatsioon);
2) jälgida, et vesi ulatuks 1 cm üle plaatide (paksem veekiht negatiivide peal ei anna mingeid paremusi);
3) enne pesemist peab negatiivi hästi loputama (teises vannis).

Neid juhendeid täites võib piirduda 25—30-minutilise pesemisega.

Kui mingisugustel põhjustel ei saa neid nõudeid täita, siis võib kasutada ka ülalt langevat vett, kuid nii, et vool ei oleks tugev ja ei langeks vahetult negatiivile, vastasel korral see vigastaks želatiini.

Pesemisel vee järkjärgulise vahetamisega on tarvis juhinduda järgmistest reeglitest:

1) pesemise algul vahetada vett sagedamini — 5 minuti järel;
2) lõpupoole — 10 minuti järel;
3) vahetuste vahel lasta plaate (filme) poole minuti jooksul veest nõrguda; see kiirendab märksa pesemist ning seetõttu võib sellist viisi kasutades piirduda 5-e vee vahetamisega;
4) on küllaldane, kui vesi ulatub üle plaadi (filmi) 1 cm kõrguselt;
5) vanni või paagi liigutamine kiirendab tunduvalt pesemist;
6) on küllaldane, kui vett vahetada 5—6 korda.

Pesemise lõpul tuleb negatiive tingimata puhtas vees põhjalikult loputada, et kõrvaldada nendele sattunud mustust, seejärel lasta vesi ära valguda ja panna negatiivid raamile kuivama vertikaalses asendis. Seejuures asetatagu negatiivid kihiga ühele poole ja üksteisele mitte lähemale kui 2—3 cm, muidu kuivavad nad liiga aeglaselt.

Lõpuks peab kõnelema veel mõnedel filmisortidel esinevast nõndanimetatud „valeteralisusest".

Kui filmitööstuses emulsiooni tema valmistamisprotsessis pestakse kalgi veega, siis absorbeeritakse emulsioonikihti teatav hulk kaltsiumi soolasid, mis ilmutamisel lähevad üle vees lahustumatuteks ühenditeks. Need ühendid on kristallilise ehitusega ja fotograafilisel suurendamisel projitseeruvad nende kristallid fotopaberile ning halvendavad tunduvalt kujutise teralisust.

See puudus kõrvaldatakse kergesti. Pärast pesemist peab filmnegatiivi mõne minuti kestel töötlema 2%-lises sool- või sidrunihappes ja seejärel uuesti hoolikalt pesema. Happe abil lahustuvateks ühenditeks üleviidud kaltsiumi soolad eralduvad pesemisel kihist kergesti.

Kuivatamine.

Toome kokkuvõetult negatiivide kuivatamise reeglid.

1. Negatiivide kuivatamist peab teostama tolmuvabas ja ühtlase temperatuuriga ruumis.

2. Negatiive ei tohi jätta kuivama niiskesse tuppa.

3. Kuivatusraami koos negatiividega ei tohi asetada ahju juurde ja päikese kätte, sest želatiin võib sulada (samuti nagu ruumis temperatuuriga üle 25° C).

4. Kuivatamise ajal ei tohi temperatuuri muuta ega negatiivi asetada kuivamise kiirendamiseks tõmbetuule kätte. Ebaühtlane kuivamine tekitab laike, mida pole võimalik kõrvaldada.

5. Osaliselt kuivanud negatiive ei tohi uuesti pesta, sest želatiini ebaühtlase venimise tagajärjel tekivad peaaegu alati vöödid. Täielikult kuivanud negatiivide teistkordne pesemine ei avalda kahjulikku mõju.

6. Negatiivide kuivamiseks kulub aega ligikaudu järgmiselt:

a) mõõdukalt soojas ja kuivas ruumis — 5—7 tundi;

b) jahedas ja kuivas ruumis — 8—12 tundi.

7. Negatiivide kuivamise kiirendamiseks võib kasutada elektriventilaatorit või asetada nad enne kuivatamist 5 minutiks veevabasse etüülpiiritusse (viinapiiritusse). Samaks otstarbeks võib tarvitada ka denatureeritud ja metüül- ehk puupiiritust. Piiritus tõrjub želatiinist vee energiliselt välja ja kerge lenduvuse tõttu aurub negatiivi kuivamisel väga kiiresti. Seetõttu toimub negatiivi kuivamine 5—8 minuti jooksul. Ent kuivatades negatiive piiritusega, peab olema väga ettevaatlik, sest

nad võivad seejuures kattuda kergesti sinakasvalge looriga. Mõnikord on tarvilik plaate leotada kahes piirituse annuses (liiga paksu želatiinikihiga plaate, samuti plaate, millelt pesuvesi halvasti ära valgub jne.).

Negatiivi leotamisel piiritusse sattunud vett on viimasest kerge eraldada veevaba kipsiga (kaltsiumsulfaadiga), mis annab veega ühinedes hiljem vees lahustumatu sadestise. Kui see sadestis on anuma põhja langenud, filtreeritakse tarvitamiseks uuesti kõlblik piiritus ja valatakse pudelisse.

8. Kinofilmilint riputatakse kuivamiseks ühte otsa pidi üles nii, et ta ei puutuks mingisuguste esemete vastu. Teda võib riputada nööri külge vedrunõela, pesupulga või mõne muu abinõuga; lindi keerdumise vältimiseks (eriti piiritusega kuivatades) tuleb alumise otsa külge kinnitada mõõdukas raskus. Kui lint on üles riputatud, siis tuleb teda vees niisutatud puhta vatiga mõlemast küljest puhtaks pühkida. On film kuivanud, siis lõigatakse tal otsad ära ja keeratakse ta rulli.

9. Kuivanud negatiivil on kõva matt pind. Kui kiht kergeltki kleepub sõrmede külge, siis näitab see, et negatiiv ei ole veel küllaldaselt kuivanud.

46. NEGATIIVIDE OMADUSTE HINDAMINE.

Negatiivide hindamine toimub harilikult järgmiste tunnuste järgi.

1. Õige teravustamine pildistamisel. Sel alal esinevad defektid on eriti märgatavad suurendamise puhul; sellepärast esitatakse suurendamisele kuuluvatele negatiividele teravuse suhtes eriti ranged nõuded.

2. Säritusaja õige valik. Jämedate säritusvigade tõttu pildistamisel kasutatakse ära kas tunnusjoone alasärituse või ülesärituse piirkond. Säritusaja õigsust hinnatakse a) ilmutamisprotsessi kulgemise ja b) varjudes olevate detailide läbitöötamise järgi. Kujutise kiire tekkimine viitab ülesäritusele, aeglane ilmumine aga alasäritusele. Detailide puudumine varjudes osutab alasäritusele, tugev loor ja suur tihedus — ülesäritusele.

3. Ilmutamise õigsust hinnatakse negatiivi üldise tiheduse, kontrastsuse astme ja valguste läbitöötamise järgi. Suur tihedus

ja loori olemasolu valgustes osutab üleilmutamisele. Negatiivi nõrk tihedus detailide olemasolu puhul valgustes on tingitud alailmutamisest.

4. Ilmutamise ühtlus, mille rikkumine viib laikude ja vöötide tekkimisele.

5. Punktide, kriimustuste, mullide jne. puudumine negatiivil.

Kõige sagedamini esinevad puudused ja vead on koondatud alljärgnevasse tabelisse.

Negatiivi iseloomu hindamine ja tema defektide kindlaksmääramine tekitab tunduvaid raskusi, eriti algajale. Defekti liigi ebaõige määramise tagajärjel võib kogenematu fotograaf parandamiskatsetel rikkuda negatiivi täielikult. Sellepärast peab enne ebaõigesti ilmutatud negatiivi parandamisele asumist täpselt kindlaks määrama, millist parandamise meetodit peab kasutama teataval konkreetsel juhul.

Defekti tekkimise põhjuse kindlakstegemiseks tuleb analüüsida pildistamise ja järgneva väljatöötamise tingimusi. See aitab selgitada, kas defekt tekkis ebaõigest säritusest või ebatäpselt läbiviidud ilmutamisest, kinnistamisest, kuivatamisest jne. Tehtud järeldus märkida pildistamise päevikusse.

Negatiivide defektide tabel.

Vead	Põhjused	Vältimine või parandamine
Negatiivide defektid ilmutamisel.		
Negatiiv on tihe ja ebakontrastne	Liiga pikk säritusaeg normaalse koostisega ilmuti kasutamisel	Võib parandada nõrgendamisega farmeri nõrgendajas
Negatiiv on väikese tihedusega ja ebakontrastne, kuid detailid esinevad nii valgustes kui ka varjudes	Lühiajaline ilmutamine normaalse säritusse ja ülesärituse puhul	Kõvendamine

Vead	Põhjused	Vältimine või parandamine
Negatiiv on väga väikese tihedusega. Valgused ja varjud on läbipaistvad, kujutise detailid on varjudes vaevalt märgatavad või isegi puuduvad. Kujutise valgused ja varjud erinevad läbivaatamisel teineteisest väga vähe	1. Tugev alasäritus 2. Liiga lühiajaline ilmutamine; liiga külm või väga lahja ilmuti	1. Kui valgused on liiga vähe läbi töötatud ja varjudes pole mingeid detaile, siis on parandamine võimatu 2. Kui negatiiv on üldiselt nõrgalt läbi töötatud, kuid varjudes on detailid märgatavad, siis võib parandada kõvendamisega
Negatiiv on kontrastne, keskmise tihedusega, valguses on detailid, aga varjudes nad puuduvad või on nõrgalt ilmunud	1. Osaline alasäritus 2. Ilmutamine ebasobiva ilmutiga	Kui varjudes puuduvad detailid, siis on parandamine võimatu; nende väheselgi olemasolul võib parandada kõvendamisega
Negatiiv on kontrastne, kujutis omab detaile valgustes ja varjudes	Väga kontrastne süžee ja liiga kestev ilmutamine ebasobivas ilmutis	Nõrgendamine ammooniumpersulfaadiga
Negatiivil ilmusid kujutise mõned osad positiivina	Kujutise osaline solarisatsioon liiga suure ülesärituse, tugevasti valgustatud või läikivate esemete pildistamise ja vastu valgust pildistamise tagajärjel	Parandamine pole võimalik
Negatiiv muutus täielikult positiiviks	Üldine solarisatsioon	Parandamine pole võimalik. Võib proovida valmistada positiivkujutisest negatiiv ja kopeerimist teostada sellest

Vead	Põhjused	Vältimine või parandamine
Kogu negatiiv on looristunud	1. Negatiivide ebaõige säilitamine	1. Parandamine pole võimalik. Võib proovida teha positiivpildist negatiiv, millest siis teostada kopeerimist
	2. Pimikulambi valgus mõjub plaadile	2. Negatiiv nõrgendada; parandada või vahetada pimikulambi valgusefilter
	3. Plaadi liiga pikaajaline hoidmine mitteaktiinses valguses	3. Asetada plaadid kassetti valgusest kaugemal, ilmutamisel katta vann kaanega. Negatiivi võib parandada nõrgendamisega
	4. Liiga pikaajaline ilmutamine, või oli ilmutilahus väga soe	4. Negatiiv parandatakse nõrgendamisega
Kogu negatiiv on kaetud looriga, välja arvatud plaadi servad	Kaamera lõõts laseb valgust läbi	Leida valgust läbilaskev koht ja liimida kinni. Enamasti pole negatiivi parandamine võimalik. Proovida tarvitada farmeri nõrgendajat
Kõige enam on looriga kaetud plaadi servad	Plaat on väga vana	Parandamine ei ole alati võimalik. Tarvitada nõrgendajat
Ühevärvuseline loor: vastu valgust vaatamisel on kollase, rohelise või punase värvusega	Ilmutisse on sattunud kinnistit või kinnistisse ilmutit	Kollane ja roheline loor kõrvaldatakse järgmise lahusega: vett 1000 cm^3, kaalium-alumiiniummaarjat 20 g, sidrunihapet 5 g Loor kaob mõnikord alles negatiivi mõ-

Vead	Põhjused	Vältimine ja parandamine
		netunnilise seismise järel selles lahuses Punane loor ei ole kõrvaldatav
Kahevärvuseline loor: vastu valgust näib negatiiv punakana, — kallaku all langeva (peegelduva) valguse juures aga rohekana	1. Ilmutisse on sattunud kinnistit 2. Kinnistisse on sattunud ilmutit 3. Alasäritatud negatiiv on ilmutatud vanas ilmutis	Kahevärvuselise loori kõrvaldamist toimetatakse järgmise lahusega: vett 100 cm^3, kaaliumbromiidi 2 g, vasevitrioli 2 g, sidrunihapet 2 g. Hästi pestud negatiiv asetatakse lahusesse ja jäetakse sellesse, kuni ta muutub kollaseks kihi kogu paksuses. Edasi ilmutatakse negatiivi mitteaktiinses valguses kuni ta muutub täielikult mustaks. Pärast ilmutamist pestakse negatiivi põhjalikult ja kuivatatakse

Negatiivide defektid kinnistamisel.

Kollakasvalge värvus	Värvus koosneb eralduvast väävlist ja annab negatiivile opaalse varjundi. Niisugune värvus saadakse, kui hapukinnisti sisaldab suhteliselt suure hulga hapet ja vähe sulfitit	Seda viga on peaaegu võimata kõrvaldada
Sinakasroheline värvus	On tarvitatud töövõimetut kroommaarjaga parkivkinnistit	Viga on parandamatu

Vead	Põhjused	Vältimine või parandamine
Valge pulbritaoline kirme	Kui kirme ei lahustu vees, küll aga äädikhappes, siis näitab see, et ta koosneb alumiiniumisooladest. See viga tekib sel juhul, kui parkivkinnisti ei sisalda vajalikul hulgal hapet	1. Vältimiseks tuleb negatiivi hoolikalt loputada pärast ilmutamist ja enne kinnistamist 2. Eemaldamine toimub mõneminutilise töötlemisega 5%-lises sooda lahuses ja sellele järgneva hoolika pesemisega
Negatiiv on tagaküljel piimja varjundiga	Negatiiv on puudulikult kinnistatud	Asetada uuesti kinnistisse, soovitav värskesse
Želatiinikiht tõmbub kortsu, ajab mulle või tuleb aluselt lahti	1. Ilmuti- ja kinnistilahus ning pesemisvesi olid erinevate temperatuuridega	1. Selle negatiivi parandamine on peaaegu võimatu. Tuleb jälgida, et temperatuurid oleksid enam-vähem võrdsed, või kinnistada parkivkinnistis
	2. Kinnisti on liiga suure kontsentratsiooniga (kange)	2. Tarvitada normaalset 25%-list kinnistit
	3. Ilmutis on väga palju leelist	3. Ilmutite koostamisel ei tohi suurendada retseptis ettenähtud norme. See käib eriti leelise kohta
Valge loor	See viga tekib juhul, kui negatiiv pannakse vahetult kinnistist parkivasse lahusesse, mistõttu negatiiv kattub valge looriga väävli väljalangemise tagajärjel	Parandamine ei ole võimalik. Selle vea vältimiseks peab negatiivi tingimata pärast kinnistamist veega hästi loputama

Vead	Põhjused	Vältimine või parandamine
Defektid pesemisel ja kuivatamisel.		
Valge pulbritaoline kirme või kristalliline mustriline kirme	Kui kirme lahustub vees, siis näitab see, et negatiiv ei ole pärast kinnistamist küllalt hästi pestud	Kui kirme ilmumine avastatakse kohe, siis võib vea parandada pesemisega. Vanadel negatiividel on parandamine peaaegu võimatu
Hõbevalged laigud või värvus	See defekt tekib negatiivi kuivatamisel denatureeritud või puupiiritusega, eriti kui kuivatamist teostatakse kõrgendatud temperatuuril	Kõrvaldamiseks kastetakse negatiiv vette ja kuivatatakse normaalsel temperatuuril
Tumedad laigud negatiivil	Plaate on puudutatud määrdunud või niiskete sõrmedega	Negatiivi parandamine on võimatu
Sõrmejäljed negatiivil	Sama põhjus	Mõnikord õnnestub viga parandada retušeerimisega, kui viga pole sattunud negatiivi olulisse ossa
Läbipaistvad ümmargused laigud	Tekivad siis, kui pärast plaadi ilmutisse asetamist jäävad fotokihile õhumullid	Laigud kaetakse retušeerimise teel
Nõelaotsasuurused valged täpid	1. Plaat oli tolmune 2. Vabriku praaktoodang	Kassetti asetamisel puhuda plaadilt tolm ära Parandada retušeerimisega
Valgustara	Lume ja läikivate esemete pildistamine	Valgustara vähendamiseks tuleb ilmutada tasandavilmutis

47. NEGATIIVIDE NÕRGENDAMINE.

Nõrgendavate lahuste liigitus.

Negatiivide nõrgendamisprotsess seisab selles, et osa kujutist moodustavast metallilisest hõbedast hapendatakse vastavate ainete toimel ühenditeks, mis lahustuvad vees, hüposulfiti või väävelhappe lahuses.

Järgneval pesemisel pestakse kihist reaktsiooni produktid välja ning negatiiv, kaotades seejuures teatava hulga hõbedat, nõrgeneb, s. t. tema tihedus väheneb.

Nõrgendamist teostatakse juhul, kui on tarvis:

1. Vähendada negatiivi tihedust, et lühendada positiivi kopeerimiseks vajalikku säritusaega, — sel on eriline tähtsus suurendamisel. Erijuhtudel kasutatakse nõrgendamist loori kõrvaldamiseks.

2. Vähendada negatiivi kontrastsust.

Olemasolevaid nõrgendajaid võib jaotada kolme kategooriasse, olenevalt nende toimest kujutisesse: 1) pinnalised (ehk „subtraktiivsed"), 2) proportsionaalsed ja 3) tasandavnõrgendajad.

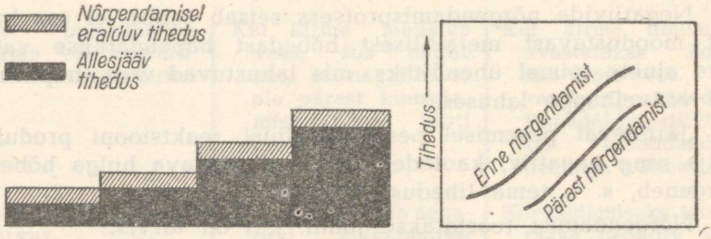
P i n n a l i s t e n õ r g e n d a j a t e toime erinevus seisab selles, et negatiivkujutise kõikidelt osadelt eemaldub ühesuurune hulk hõbedat, s. t. nõrgendaja lahustab hõbeda terakesi negatiivi kõikides osades ühesuguses paksuses ja ei puuduta kihi sügavust; seega nõrgenevad täiesti ühtlaselt negatiivi valgused, pooltoonid ja varjud ning kõikide toonide tihedused vähenevad ühe ja sama tihedusastme võrra. Niisuguse nõrgendaja lühiajaline toime ei muuda negatiivi kontrastsust, nagu on näha joonisel 50.

On selge, et kui niisugune nõrgendaja toimib küllalt pikka aega, siis negatiivi väiksema tihedusega osades võib kujutis täiesti kaduda, ja siis väheneb ka negatiivi kontrastsus. Seda tüüpi nõrgendajaks osutub ühelahuseline f a r m e r i n õ r g e n d a j a.

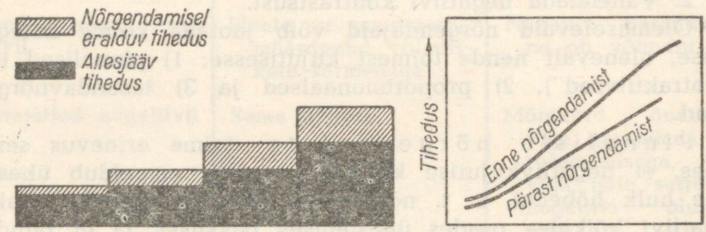
Proportsionaalsed nõrgendajad toimivad teisiti: nemad lahustavad hõbedat ühesugustes suhtelistes hulkades (protsentides olemasolevast tihedusest) nii negatiivi tihedamates kui ka hõredamates osades, s. t. mida suurem on negatiivi teatava

osa tihedus, seda enam eraldub sellest hõbedat. Selle tagajärjel väheneb nii negatiivi kontrastsus kui ka keskmine tihedus.

Joonisel 51 on näidatud proportsionaalse nõrgendaja toime iseloom.



Joon. 50. Pinnaliste nõrgendajate toime iseloom. Üldise tiheduse ühtlane vähenemine. Kujutise kontrastsus ei muutu.



Joon. 51. Proportsionaalsete nõrgendajate toime iseloom. Tiheduse ebaühtlane vähenemine. Kujutise kontrastsus väheneb.

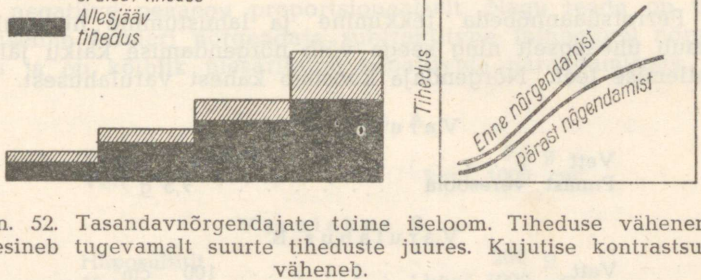
Seda tüüpi nõrgendajateks osutuvad kahelahuseline farmeri nõrgendaja ja raudammooniumnõrgendaja.

Tasandavnõrgendaja toimib ülitugevasti kujutise tihedaimatesse osadesse ja väga nõrgalt hõredatesse. Sellepärast vähendavad niisugused nõrgendajad tugevasti kontrastsust ja neid tarvitatakse juhul, kui nõrgendamisele kuuluv negatiiv on väga kontrastne (joon. 52).

Tüüpiliseks tasandavnõrgendajaks on nõrgendaja ammooniumpersulfaadiga.

Toome rea üldisi reegleid, milledest on soovitav nõrgendamisel kinni pidada.

1. Anum, milles teostatakse nõrgendamist, peab olema väga puhas ja soovitavalt portselanist või klaasist; kui nõrgendamiseks kasutatakse metallnõu, siis peab selle email olema täiesti terve.



Joon. 52. Tasandavnõrgendajate toime iseloom. Tiheduse vähenemine esineb tugevamalt suurte tiheduste juures. Kujutise kontrastsus väheneb.

2. Enne nõrgendamist peab negatiive hoolikalt pesema, et kõrvaldada täielikult hüposulfiti jäljed, vastasel korral ilmuvad negatiividel vöödid ja laigud. Farmeri nõrgendajaga töötamisel pole põhjalik pesemine vajalik: kinnistilahusest välja võetud ja kergelt pestud negatiive võib vahetult nõrgendajasse asetada.

3. Kõige parem on nõrgendamist teostada otsekohe pärast kinnistamist ja pesemist. Kuivad negatiivid tuleb enne nõrgendamist asetada pooleks tunniks vette, sest kõvasse želatiinikihti difundeerub lahus väga aeglaselt ja ebaühtlaselt.

Farmeri nõrgendaja (pinnaline).

Ühelahuseline farmeri nõrgendaja (nimetatakse nii tema leiutaja Farmeri nime järgi) kuulub pinnaliste nõrgendajate hulka.

Farmeri nõrgendaja kujutab endast punase veresoola (ferritsüaankaaliumi) ja hüposulfiti lahuste segu.

Punane veresool ehk ferritsüaankaalium (molekulkaal 329,2) kujutab endast õhu käes püsivaid tumepunaseid kristalle.

Lahustub kergesti vees, kuid vesilahused ei ole valguse käes püsivad. Iseloomustav reaktsioon: kahevalentse raua soolad annavad sinise sadestise — turnbulli sinise.

Keemilises mõttes kulgeb nõrgendamisprotsess järgmiselt: punane veresool hapendab kujutise metallilise hõbeda ning selle tulemusena tekib kollane veresool ja ferrotsüaanhõbe. Kollane veresool lahustub vees, ferrotsüaanhõbe aga lahustub hüposulfiti lahuses.

Ferrotsüaanhõbeda tekkimine ja lahustumine hüposulfitis toimub üheaegselt ning seega võib nõrgendamise käiku jälgida vaatlemise teel. Nõrgendaja koosneb kahest varulahusest.

Varulahus A.

Vett	100 cm^3
Punast veresoola	7,5 g

Varulahus B.

Vett	100 cm^3
Hüposulfitit	25 g

Eraldatuna säilivad lahused hästi ja nad segatakse vahetult enne tarvitamist.

Ülesäritatud ülesvõtete nõrgendamiseks võetakse:

Varulahust A	1 osa
Varulahust B	4 osa
Vett	32 osa

Sõltuvalt negatiivi tihedusest teostatakse nõrgendamist kuni 3 minutit. Nõrgendamisele järgneb hoolikas pesemine ja kuivatamine.

Farmeri nõrgendajaga töötamisel peab silmas pidama järgmist:

1. Kui negatiiv võetakse nõrgendamise käigu kontrollimiseks lahusest välja, siis peab teda enne vaatlemist tingimata loputama; vastasel korral võivad negatiivile tekkida viirud.

2. Nõrgendaja lahus peab olema kollaka värvusega. Niipea kui segu kaotab värvuse, nõrgeneb tema toime; sel juhul tuleb toimevõime kaotanud nõrgendaja asendada värskega.

Kahelahuseline farmeri nõrgendaja (proportsionaalne).

Farmeri nõrgendajat võib kasutada kahes lahuses, s. t. algul töödelda negatiivi punase veresoola lahuses, pärast osalist pleegitamist aga viia negatiiv üle hüposulfiti-lahusesse (mitte hapukinnistisse). Kõnesoleva meetodi kasutamise paremus seisab võimaluses nõrgendada ning parandada üleilmutatud negatiive peaaegu proportsionaalselt. Nagu teada on ühelahuseline farmeri nõrgendaja subtraktiivne (pinnaline) nõrgendaja ja on kõlblik ülesäritatud negatiivide parandamiseks.

Varulahus A.

Punast veresoola	7,5 g
Vett	kuni 1000 cm^3

Varulahus B.

Hüposulfitit	200 g
Vett	kuni 1000 cm^3

Nõrgendamisele määratud negatiiv tuleb algul asetada lahusesse A, mille temperatuur peab püsima 18—21° C piires. Sellise töötlemise kestus sõltub soovitud nõrgendusastmest ja piirdub 1—4 minutiga. Peale osalist pleegitamist viiakse negatiiv 5 minutiks lahusesse B ja seejärel pestakse hoolikalt. Juhul, kui on vajalik veel suurem nõrgendusaste, võib kogu protsessi korrata. Üldise loori kõrvaldamiseks tuleb lahust A lahjendada võrdse osa veega.

Kui punase veresoola lahust ei hoita päevavalguses, siis selline lahus säilib peaaegu piiramatu aja.

Kui korduva pleegitamise tagajärjel viiakse lahusesse A hüposulfitit, siis muutub see lahus kiiresti kõlbmatuks. 1 liitris punase veresoola lahuses võib töödelda kuni 120 plaati suurusega 9 × 12 cm.

Üleilmutatud negatiivide proportsionaalset nõrgendamist võib teostada täieliku pleegitamise teel järgmise koostisega lahuses:

Punast veresoola	35 g
Kaaliumbromiidi	10 g
Vett	kuni 1000 cm^3

Nõrgendamisele määratud negatiivid pleegitatakse täielikult eeltoodud lahuses ja pärast põhjalikku pesemist viiakse ükskõik missugusesse normaalse koostisega metoolhüdrokinoonilmutisse (mitte peenterailmutisse). Ilmumise käiku tuleb tähelepanelikult jälgida. Kui ilmutatav negatiiv saavutab soovitava tiheduse, tuleb ta üle viia kinnistisse ja seejärel harilikul viisil hoolikalt pesta. Kogu protsessi võib teostada mitte liiga heledas kunstlikus valguses.

Nõrgendaja raud-ammooniummaarjaga (proportsionaalne).

Nõrgendaja retsept on järgmine:

Raud-ammooniummaarjat . . .		15 g
Väävelhapet (10%-line lahus) .		100 cm^3
Vett	kuni	1000 cm^3

Pleegitava lahuse koostamisel meenutatagu väävelhappe käsitsemisreegleid. Kontsentreeritud väävelhappe lahjendamiseks veega valada hape vette. Kui aga valada vett kontsentreeritud väävelhappesse, siis lahus kuumeneb tugevasti, hakkab vahutama ja pritsuvad piisad võivad põhjustada tõsiseid põletishaavu.

Nõrgendamisele määratud negatiive on soovitav eelnevalt parkida ja hoolikalt pesta (viimane on tingimata vajalik).

Nõrgendamisprotsessis ja sellele järgneva pesemise alguses on vaja hoolikalt vältida märja kihi kokkupuutevõimalust õhuga, vastasel korral võib negatiiv värvuda kollaseks. Nõrgendajasse sattuvad hüposulfiti jäljed lühendavad tunduvalt lahuse kasutamise iga. Tarvitamata lahus säilib piiramata kaua 1 liitris nõrgendajas võib töödelda kuni 100 negatiivi suurusega 9×12 cm.

Tasandavnõrgendaja.

Ammooniumpersulfaadi iseloomustavaks iseärasuseks on tema omadus mõjuda kujutise tihedamatele osadele märksa kiiremini kui negatiivi läbipaistvatele aladele. Seetõttu nõrgendatakse ammooniumpersulfaadiga liiga kontrastseid negatiive.

Ammooniumpersulfaat (molekulkaal 228,2) kujutab endast värvituid, vees hästi lahustuvaid kristalle. Ta on hügroskoopne;

imades õhust niiskust, laguneb aegamööda. Kuna vesilahused ei ole püsivad, siis tuleb need valmistada vähe aega enne tarvitamist.

Nõrgendaja retsept on järgmine:

Vett	100 cm^3
Ammooniumpersulfaati	1 g
Väävelhapet, kontsentreeritud . .	5 tilka

Nõrgendamist toimetatakse kuni 5 minutit. Lahus ei ole püsiv, pärast tarvitamist valatagu ta välja. Negatiiv asetatakse pärast nõrgendamist, ilma vahepealse veega loputamiseta, järgmisse lahusesse:

Vett	100 cm^3
Sulfitit, kristallilist	10 g

Seejärel teostatakse lõplik pesemine.

Tunduvat mõju ammooniumpersulfaadi toime iseloomule avaldab soolhappe soolade, näiteks keedusoola juuresolek. Need soolad suurendavad ammooniumpersulfaadi kalduvust mõjuda kujutise kõige tihedamatele osadele, puudutamata seejuures vähemtihedaid. Kuna destilleerimata vesi sisaldab sageli vähesel määral soolhappe soolasid, siis nõrgendaja toime iseloom on mõnevõrra muutuv sõltuvalt soolade hulgast. Nõrgendaja-lahus peab olema hapu reaktsiooniga (sinine lakmuspaber peab muutuma punaseks).

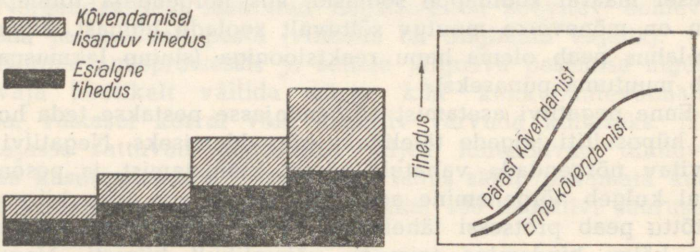
Enne negatiivi asetamist nõrgendajasse pestakse teda hoolikalt hüposulfiti jälgede täielikuks kõrvaldamiseks. Negatiivi on soovitav nõrgendada vahetult pärast kinnistamist ja pesemist. Algul kulgeb nõrgenemine aeglaselt, hiljem aga ikka kiiremini, mistõttu peab protsessi tähelepanelikult jälgima; ent nõrgendamise käigu hindamine toimugu võimalikult kiiresti. Negatiiv olgu nõrgendamise ajal täielikult lahusega kaetud. Pärast nõrgendamist pannakse negatiiv mõneks minutiks 10%-lisse sulfitilahusesse, mille tagajärjel nõrgenemine katkeb otsekohe; seejärel pestakse negatiivi ja kuivatatakse.

Nõrgendamisel toimub kujutises teralisuse teatav suurenemine tingituna metallilise hõbeda kõige väiksemate terade lahustumisest. See omab tähtsust ainult kinofilm-negatiivide juures.

48. NEGATIIVIDE KÕVENDAMINE.

Kui plaat ilmutist välja võtta enne ettenähtud aega, siis saadakse liiga läbipaistev negatiiv; sama võib juhtuda, kui ilmuti on liiga tugevasti veega lahjendatud või liiga palju tarvitatud. Negatiivide kõvendamise ülesanne seisab selles, et sadestada hõbeda teradele mingisugust läbipaistmatut ainet ning suurendada sel teel negatiivi nähtamatute või nõrgalt nähtavate detailide tihedust. Kõvendamist võib rakendada ka neil juhtudel, kui soovitakse suurendada negatiivi kontrastsust. Vähekontrastne negatiiv saadakse pildistamisel ebasoodsates ilmastikutingimustes lameda valgustusega, pildistatava süžee eriliste optiliste omaduste ja ebaõige ilmutamise tulemusena.

Kõvendamisprotsess koosneb harilikult kahest järgust: 1) metallilise hõbeda hapendamisest vees lahustumatuks ühendiks: seda protsessi nimetatakse p l e e g i t a m i s e k s ; 2) pleegitatud kujutise t u m e n d a m i s e s t, s. t. töötlemisest lahustega, mille toime tulemusena pleegitatud kujutise osakeste värvus muutub mustaks või punakaspruuniks ning samal ajal toimub negatiivi kopeerimist mõjutava tiheduse suurenemine.



Joon. 53. Kõvendaja toime iseloom. Tiheduse suurenemine toimub suuremates tihedustes tugevamalt kui nõrgemates. Kujutise kontrastsus suureneb.

See sensitomeetriline olenevus on toodud joonisel 53. Tunnusjooned näitavad, et tiheduse suurenemisega käib kaasas mõnevõrdne kontrastsuse suurenemine.

Et kõvendamisel saada häid tulemusi, peab kinni pidama järgmistest reeglitest.

1. Negatiivid peavad olema hästi kinnistatud, sest muidu tekivad kõvendamise ajal laigud.

2. Puudulik pesemine (kihti on jäänud mõnevõrra hüposulfitit) kutsub samuti esile kõrvaldamatute laikude tekkimise.

3. Kõvendamisprotsess kulgeb paremini, kui negatiiv on eelnevalt kuivatatud, kuid negatiive võib kõvendada ka vahetult pärast pesemist. Kuivatatud negatiive tuleb enne kõvendamist puhtas vees leotada.

4. Kõvendatavad negatiivid ei tohi olla looristunud, või kui on, siis väga vähesel määral. Looristunud negatiive tuleb enne kõvendamist nõrgendada.

Kõvendamine kaaliumdikromaadi soolhappese lahusega.

Kõvendamine kaaliumdikromaadi soolhappese lahusega omab rida hüvesid, ja nimelt:

1) kujutis saadakse vastupidav, kõvendamine aga küllalt intensiivne;

2) on võimalik korduv kõvendamine;

3) pleegitav lahus säilib hästi.

Kõvendamine kaaliumdikromaadiga koosneb kahest järgust: a) pleegitamisest ja b) uuesti ilmutamisest.

Kaaliumdikromaat (molekulkaal 294,2) on oranžikas-punaste veevabade kristallidena esinev aine, mis lahustub hästi vees. Vesilahused on punakas-kollase värvusega, hapu reaktsiooniga ja mõru-parkja maitsega. On hästi säiliv. Vesilahus on mürgine. Sissevõtmisel põhjustab väga tugevaid valusid ja oksendust; sattudes haavadesse ja kriimustustesse põhjustab halvaloomulisi paistetusi, mädahaavu ja lööbeid. Enne kaaliumdikromaadiga töötamist tuleb käsi leotada 2%-lises karboolhappe lahuses ja võida glütseriiniga. Pärast tööd peab käsi hoolikalt seebiga pesema.

Sool- ehk kloorvesinikhape (molekulkaal 36,5) on kloorvesiniku vesilahus. Puhas soolhape on värvusetu. Kontsentreeritud soolhappe lahus suitseb, eraldades kloorvesinikku. Happe aurud mõjuvad kahjustavalt kopsudele.

Kroomkõvendaja võimaldab reguleerida kõvendamise astet happe hulga muutmise teel pleegitavas lahuses: happe kontsentratsiooni suurendamisega väheneb kõvendamise aste.

Negatiiv peab enne kõvendaja-lahusesse asetamist olema hoolikalt pestud, on ta aga kuiv, siis tuleb teda enne vees leotada.

Kroomkõvendaja praktiliseks rakendamiseks tuleb koostada kaks varulahust, millised korgitud pudeleis eraldi alalhoituna säilitavad oma omadusi piiramatult kaua:

A. 10%-line kaaliumdikromaadi lahus;

B. 10%-line soolhappe lahus (keemiliselt puhas).

Vahetult enne tarvitamist tuleb mõlemad tagavaralahused segada järgmises vahekorras:

	Soovitav kõvenduse aste		
	Suur	Keskmine	Väike[1]
Lahust A	10 cm^3	20 cm^3	20 cm^3
Lahust B	10 cm^3	50 cm^3	180 cm^3
Vett	80 cm^3	30 cm^3	—

Et vältida solarisatsiooni tekkimist kõvendataval negatiivil moodustuva hõbekloriidi tõttu, tuleb kogu kõvendamisprotsess teostada mitte eriti heledas kunstlikus valguses. Negatiiv asetatakse pleegitavasse lahusesse ja töödeldakse teda kuni musta kujutise viimaste jälgede kadumiseni (negatiivi tagakülge visuaalselt kontrollides). Negatiivi ei tule pleegitavasse lahusesse jätta kauemaks, kui see on vajalik kujutise täielikuks pleegitamiseks; vastasel korral on võimalik lahuse ebaühtlane toime.

Pärast pleegitamist tuleb negatiiv hoolikalt pesta kuni želatiini kollase värvuse täieliku kõrvaldumiseni. Pesemise kestust võib lühendada, kui osaliselt pestud negatiiv üle viia 5%-lisse soodalahusesse.

[1] Iga nimetatud lahuse toime iseloom sõltub samuti negatiivmaterjali iseärasustest; mõnedel juhtudel isegi kolmas soovitatud töölahustest, mis harilikult annab tühise kõvenduse, võib anda siiski üsna tunduva kõvenduse. Sellistel juhtudel tuleb vastaval viisil reguleerida soolhappe kontsentratsiooni.

Pärast pleegitamist viiakse negatiiv üle metoolhüdrokinoon-ilmutisse, milles sulfiti kontsentratsioon on madal (peenterailmutid ei ole selleks otstarbeks kõlblikud). Ilmutamise algul suureneb kujutise tihedus väga kiiresti, seejärel näib tiheduse suurenemine peatuvat, ent siiski suureneb tihedus veel umbes 15 minuti kestel.

Juhul, kui ei saavutatud küllaldast kõvendust, võib kogu protsessi korrata. Kuid peab tähendama, et ei ole otstarbekas nimetatud töötlemist teostada enam kui kaks korda, sest protsessi edasised kordamised ei suurenda negatiivi tihedust.

Pleegitamisel tekib rida aineid, ja nimelt: a) soolhappe suhteliselt kõrgete kontsentratsioonide puhul koosneb pleegitatud kujutis peaasjalikult hõbekloriidist, b) soolhappe keskmiste kontsentratsioonide korral koosneb pleegitatud kujutis hõbekromaadist ja hõbekloriidist ja c) soolhappe väikese hulga puhul tekib peamiselt hõbekromaat.

Ilmutamisel taandatakse pleegitamisel tekkinud hõbekloriid uuesti metalliliseks.

Kroomkõvendajates kõvendatud kujutised on silmapaistvad oma suure püsivuse poolest. Kõvendatud kujutise sooja musta tooni tõttu on see viis väga sobiv kõvendatud kujutise saamiseks diapositiivplaatidel ja paberitel.

Soolhappe suhtelise kontsentratsiooni edasise suurendamise teel võib saavutada kujutise tooni parandamist isegi ilma märkimisväärse kõvendamiseta.

Sensitomeetriliste mõõtmistega on kindlaks tehtud, et kroomkõvendaja toime ei ole proportsionaalne; kujutise kõige hõredamad osad kõvendatakse suuremal määral kui tihedamad. See on selle kõvendamisviisi väga väärtuslikuks paremuseks.

Kroomkõvendaja ainsaks puuduseks on tema tarvitamisel mõnede negatiivmaterjalide juures esinev želatiinikihi teraline struktuur; see želatiinikihi pinna teraline ehitus ei avalda kahjulikku mõju kontaktkoopia või suurendatud positiivi kvaliteedile, küll aga raskendab vahel retušeerija tööd.

Kõvendamine uranüülnitraadiga.

Selle kõvendaja lahuse koostisesse kuuluvad uranüülnitraat ja punane veresool (ferritsüaankaalium).

Uranüülnitraat (molekulkaal 502,3) on roheka varjundiga kollaseid kristalle moodustav aine, mis lahustub hästi vees.

Vesilahus on hapu reaktsiooniga ja pargib želatiini. Uranüülnitraadi kristallid porsuvad kergesti. On mürgine.

Uraankõvendaja keemiline toime on järgmine: ferritsüaankaalium reageerib kujutise metallilise hõbedaga, mis hapendub ferrotsüaanhõbedaks, ferritsüaankaalium ise aga taandub ferrotsüaankaaliumiks.

Ferrotsüaankaalium reageerib samal momendil uranüülnitraadiga, andes vees lahustumatu punakaspruuni värvusega ferrotsüaanuranüüli, mis sadestub hõbesoolade teradele.

Tuleb märkida, et uraankõvendajas töödeldud negatiiv ei näi silmale kõvendatuna. See seletub asjaoluga, et metallilise hõbeda hulk selle kõvendamisviisi juures väheneb ferrotsüaanhõbeda tekkimise arvel; ühes sellega omandab hõbeda tera temale sadestunud uraanisoolade tõttu punase või pruuni värvuse, s. t. kopeerimisel laseb negatiiv läbi peaasjalikult kiiri, mis avaldavad nõrka toimet fotopaberi kihis olevatele hõbeda halogeensooladele. Sellepärast, olgugi et negatiivkujutis ei näi kõvendatuna, annab ta kopeerimisel üsna kõrgeastmelisele kõvendusele vastava efekti.

Eriti hästi uraaniga kõvendatavad on nõrgad, läbipaistvad negatiivid. Heade tulemuste saamiseks peab negatiiv olema hästi pestud.

Uraankõvendaja retsept on järgmine:

Varulahus A.

Vett	100 cm³
Punast veresoola . .	0,7 g

Lahus säilib hästi pimedas kohas või tumedas klaasist pudelis.

Varulahus B.

Vett	100 cm³
Uranüülnitraati . . .	1 g

Lahus säilib hästi.

Enne tarvitamist segatakse lahused A ja B võrdsetes osades ja peale selle lisatakse iga 50 cm³ segu kohta 10 cm³ 30%-list äädika-essentsi. Negatiivid peavad olema eelnevalt vees leotatud.

Segu säilib halvasti. Lahus peab olema läbipaistev; hägunemine viitab tema lagunemisele.

Töölahusesse asetamisel omandab negatiiv algul pruuni, pärast punaka värvuse. Nõutava värvuse saavutamise järel tuleb negatiivi puhtas vees nii kaua pesta, kuni vesi negatiivilt enam kiiresti ära ei valgu, tilgad aga kleepuvad fotokihile (kuid mitte kauem kui 5 min.).

Üleliia kõvendatud negatiive võib nõrgendada lahuses:

Vett	100 cm^3
Soodat, kristallilist . . .	2 g

Kinofilm-negatiive ei ole soovitav kõvendada, sest et sellega suureneb kujutise teralisus.

NELJAS OSA.

POSITIIVPROTSESS.

49. FOTOPABERITE LIIGITUS.

Fotograafilise pildistamise lõpptulemuseks on positiivkujutise saamine. Viimane võib olla kopeeritud fotopaberile, samuti aga ka fotoplaadile või filmile. Esimesel juhul saame fotokoopia, teisel — diapositiivi. Kirjeldame fotopaberite sorte.

Fotopaberite valgustundliku kihi koostis ei erine põhimõtteliselt fotoplaatide emulsiooni koostisest, kuigi fotopaberite tootmistehnoloogia on hoopis lahkuminev fotoplaatide omast.

Fotopaberid jaotatakse kahte gruppi:

1. Ilmutamispaberid. Nendele, nagu plaatidelegi, saadakse alul latentne kujutis, mis muutub nähtavaks alles pärast ilmutamist. Need paberid jaotatakse kahte liiki:

a) hõbebromiidpaberid,

d) hõbekloriidbromiid- ja hõbekloriidpaberid.

Hõbebromiidpaberid sisaldavad valgustundliku ainena peaasjalikult hõbebromiidi, hõbekloriidbromiidpaberid aga hõbebromiidi ja -kloriidi segu.

2. Kopeerimispaberid. Nendele saadakse otsekohe kopeerimisel nähtav kujutis, ilma et tarvitseks ilmutada. Saadud kujutis kinnistatakse ja tema värvust parandatakse erilises, nõndanimetatud toonivkinnistis.

Nende paberite rohkearvulistest sortidest osutame ainult aristopabereile ja nõndanimetatud soolapabereile, mida on kerge valmistada kodusel teel.

Kopeerimispaberite valgustundlik kiht koosneb peaasjalikult hõbekloriidist.

Fotograafilist emulsiooni ei valata vahetult paberi pinnale, sest sel juhul imbuks osa temast paberimassi ning kujutise kvaliteet osutuks madalaks. Et seda vältida ja fotopaberi kvaliteeti parandada, barüteeritakse paber enne valgustundliku emulsioo-

niga katmist, s. t. kaetakse erilise kihiga. Barüüdikiht etendab väga tähtsat osa: tema kvaliteedist sõltub fotopaberi kvaliteet.

Barüüdikihi iseloomust oleneb fotopaberite väline ilme ning vastavalt sellele liigituvad fotopaberid mattideks, läikivateks, „linasteks" jne.

Järgnevas tabelis anname enamlevinud paberite loetelu ja iseloomustuse.

Fotopaberite liikide tabel.

Valgustundliku kihi koostise järgi	Positiivkujutise saamisviisi järgi	Tundlikkuse astme järgi	Valgustundliku kihi sideaine järgi	Pinna iseloomu järgi
Hõbekloriidpaberid	Päevavalgusepaberid	Tundlikkus on väga väike	1. Albumiinpaberid munavalgega	1. Läikiv
Valgustundlik kiht koosneb hõbekloriidist			2. Aristopaberid želatiiniga 3. Tselloidiinpaberid kolloodiumiga	2. Matt
Hõbekloriid- ja hõbekloriidbromiidpaberid		Keskmise tundlikkusega paberid		1. Läikiv 2. Poolmatt 3. Matt
Valgustundlik kiht koosneb hõbekloriidist või hõbekloriidist ja -bromiidist	Ilmutamispaberid		Sideaineks on želatiin	
Hõbebromiidpaberid				
Valgustundlik kiht koosneb hõbebromiidist		Väga kõrge tundlikkusega paberid		1. Läikiv 2. Poolmatt 3. Matt

50. KOPEERIMISPABERID.

Nagu juba mainisime, toodab nõukogude tööstus päevavalgusepabereist ainult aristopaberit. Selle paberi valgustundlik kiht koosneb želatiinist ja hõbekloriidist. Emulsioon kantakse barüüt-aluskihile. Aristopaberi madala valgustundlikkuse tõttu võib teda kopeerimisraami asetada hajutatud päevavalguse juures. Seda toimingut tuleb aga siiski sooritada aknast kaugemal, sest heleda päikesevalguse toime paberile enne raami asetamist vähendab kujutise mahlakust.

Aristopabereid on müügil mati ja läikiva pinnaga.

Säilitada tuleb aristopabereid lapiti, kerge surve all: ruum peab olema kuiv ja ühtlase temperatuuriga. Kui neist tingimustest kinni peetakse, säilivad aristopaberid väga kaua.

Aristopaberite emulsioonikiht on väga õrn ning kuumal ajal töötlemisel sulab sageli ja lööb aluselt lahti. Sellepärast peab töötlemisel pabereid käsitsema ettevaatlikult ja kasutama lahuseid temperatuuriga mitte üle 18° C.

Soolapabereid võib valmistada isegi algaja fotoharrastaja. Selleks ei ole tarvis mingit eri-sisseseadet.

Soolapaberi valmistamine jaguneb kolme järku:

a) paberi liimistamine.
b) soolastamine ja
c) paberi valgustundlikuks muutmine.

Paberi liimistamine on sellepärast tarvilik, et ilma selleta tekiks paberi valgustundlikuks muutmisel hõbekloriid mitte ainult pinnal, vaid ka paberimassi sisemuses. Selle tulemusena saadakse kopeerimisel kujutis mitte ainult paberi pinnal, vaid ka sisekihtides, mille tõttu tekib jõuetu kujutis. Paberi liimistamine aga takistab hõbekloriidi tungimist paberi sisemusse — järelikult saab kujutis tekkida ainult pinnal ning kujuneb seetõttu mahlakamaks.

Kasutada võib igasugust paberit, kuid head sordid annavad paremaid tulemusi. Soovitav on tarvitada vatmani, aleksandri või teisi joonestuspaberi sorte; mida halvem on paber, seda paremini peab ta olema liimistatud.

Koredaid paberisorte tuleb algul liimistada tärklisega ja seejärel juba želatiiniga. Liimistamist teostatakse tärkliskliist-

riga, mille valmistamine toimub järgmiselt: 40—50 cm^3 külma vette puistatakse 6—7 g tärklisjahu, seejuures vett pidevalt segades; siis valatakse saadud segule 200 cm^3 keeva vett. Kui kliister on jahtunud, kantakse ta käsna või pintsli abil paberile. Paberileht peab asetsema täiesti horisontaalselt. Kliistri peab peale kandma täiesti ühtlaselt — esialgu ühes, pärast teises suunas. Liimistatud paberid riputatakse näpitsatega üles nurkapidi.

Kui paber pärast liimistamist kaardu tõmbub, siis tuleb teda veega piserdades kergelt niisutada ja läbi puhta lapi kuuma triikrauaga üle triikida. Juhul, kui esimene liimistamine ei anna paberile vajalikke omadusi, tuleb liimistamist korrata.

Pärast paberi liimistamist tärklisega kantakse temale želatiinikiht. Selleks kaalutakse välja 5 g želatiini ja lõigatakse see kääridega võimalikult väikesteks tükkideks, seejärel valatakse peenendatud želatiin 200 cm^3 vette, kuhu jäetakse tursuma üheks ööpäevaseks; tolmu eest kaitsmiseks kaetakse želatiinianum kaanega.

Pärast öö-päevast seismist pannakse anum koos tursunud želatiiniga veega täidetud keedukatlasse (želatiinianuma ja katla põhja vahele peab jääma veekiht) ja keedetakse, kuni želatiin on sulanud. Sulanud želatiin kantakse paberile samade vahenditega, millega kliistergi.

Paberi soolastamist teostatakse lahusega:

Vett	kuni 1000 cm^3
Ammooniumkloriidi või naatriumkloriidi (keedusoola)	18 g
Naatriumtsitraati või sidrunhapet . . .	20 g

Enne soolastamist on vaja liimistatud paber tükeldada kopeeritavast formaadist pisut suuremateks lehtedeks. Näiteks pildiformaadi 9 × 12 cm jaoks võetakse paber suurusega 11 × 14 cm; seda tehakse selleks, et soolastamise ja valgustundlikuks muutmise protsessis võiks paberit käsitseda servadest.

Soolastamisel tuleb jälgida, et lahus ei satuks paberi tagaküljele. Kõige otstarbekam on kinni võtta paberi vastasnurkadest ja painutades paberit, asetada keskkoht ettevaatlikult lahuse pinnale; niipea, kui keskkoht puudutab lahust, vabastada paberi nurgad.

Satub lahus juhuslikult ikkagi paberi tagaküljele, siis peab selle otsemaid kõrvaldama. Kui lahus jätta kõrvaldamata, siis tekivad paberile plekid.

Tuleb jälgida, et paberile ei tekiks õhumulle. Kui mullid siiski esinevad, kõrvaldatakse need filterpaberi tükikesega või puhta klaaspulgaga.

Paberi soolastamist teostatakse 3—5 minutit, pärast seda, paberit ettevaatlikult nurkadest haarates, võetakse ta lahusest välja ja riputatakse näpitsate abil kuiva ruumi ülestõmmatud nöörile. Kuivatamist võib toimetada valges, kuid tingimata tolmuvabas ruumis.

Pärast seda, kui soolastatud paber on kuivanud, võib teda valgustundlikuks teha. Soolastatud paber säilib väga hästi, valgustundlikuks muudetu aga märksa halvemini. Sellepärast on soovitav valgustundlikuks teha ainult nii palju soolastatud paberit, kuivõrd kavatsetakse kasutada kopeerimiseks 3—4 päeva jooksul.

Valgustundlikuks muutmise tehniline protsess on samasugune kui paberi soolastamiselgi. Sellepärast ei hakka me seda kordama.

Valgustundlikuks muutmist tuleb teostada kollase valguse või petrooleumilambi nõrga valguse juures, lambist kaugemal. Paber hoida 2—3 minutit 10%-lises hõbenitraadi lahuses, kusjuures tuleb tähelepanelikult jälgida, et lahus ei satuks paberi tagaküljele.

Valgustundlikuks tehtud paberileht riputatakse kuivama tolmuvabasse ja kuiva, kuid tingimata pimedasse ruumi. Kui paberi töötlemisest jääb hõbenitraadi lahust üle, siis valatakse see pudelisse ja säilitatakse järgmise korrani.

Kuivanud valgustundliku paberi lehed lõigatakse ettevaatlikult, sõrmedega pinda mitte puudutades, negatiivformaadile vastavaks ja paigutatakse säilitamiseks varutud karpi.

51. POSITIIVIDE SAAMINE KOPEERIMISPABERILE.

Enne negatiivi asetamist kopeerimisraami tuleb ta klaasikülg hoolikalt puhastada igasugustest plekkidest ja muust mustusest; seda tehakse lapiga või vatitopiga. Negatiiv peab olema täiesti kuiv.

Kui negatiiv on paigutatud kopeerimisraami, avatakse toa pimedamas osas päevavalgusepaberite pakend, võetakse üks leht välja ja suletakse pakend hoolikalt uuesti, et valgus ei mõjuks allesjäävatele paberitele. Siinsamas asetatakse paber negatiivile, emulsioonikihid vastamisi, seejuures ei tohi valgustundlikku kihti sõrmedega puudutada. Paberi emulsioonipoolt on kerge kindlaks teha: harilikult tõmbuvad paberid emulsiooni poole pisut kõveraks, niiske sõrmega katsudes tundub pind kleepuvana ja läikega paberite juures on seda poolt veel kerge eraldada pinna läike järgi.

Paberile asetatakse kopeerraami vajutuslauake ja surutakse vedrudega tihedasti vastu negatiivi.

Arvestades päevavalgusepaberite väikest valgustundlikkust, toimetatakse kopeerimist hajutatud päikesevalguses. Harilikult asetatakse raam aknale, kusjuures tuleb tähelepanu pöörata sellele, et raam oleks suunatud vastu taevast ning et kopeerimisel ei varjaks teda mingisugused esemed. Sageli tekivad positiivile täpid. See on tingitud sellest, et aknaklaas ei ole puhas. Seepärast peab aknaruute enne hoolikalt puhastama või kopeerima avatud akna juures.

Valgus mõjub päevavalgusepaberile üsna aeglaselt, seepärast saadakse ka kujutis sellisele paberile aegamööda.

15—20 minutit pärast kopeerimise algust viiakse raam toa pimedamasse ossa, vabastatakse üks vedrudest ja avatakse vajutuslauakese üks pool. Lauakese teine pool jäetakse endisesse suruvasse seisundisse nii, et see ei laseks paberil liikuda ning säilitaks tema algseisu. Seejärel tõmmatakse paber ettevaatlikult natuke tahapoole ja kontrollitakse kujutise kvaliteeti. Kui kujutis ei osutu küllalt tihedaks ja kõik tema detailid ei ole läbi töötatud, suletakse vajutuslauake uuesti ettevaatlikult, surutakse vedruga kinni ja raam asetatakse edasiseks kopeerimiseks uuesti päevavalgusesse.

Kopeerimise kestus oleneb fotokihi tundlikkusest, plaadile langeva valguse tugevusest ja negatiivi tihedusest; see võib kõikuda mõnest minutist 2—3 tunnini, sõltuvalt aastaajast, ilmastikuoludest ja kellaajast.

Kui kujutis tekib paberile suhteliselt kiiresti, siis kaetakse kopeerraam siidpaberiga; see parandab tunduvalt kujutise kvaliteeti ning takistab pildi ülekopeerimist.

Kopeerimist võib lõppenuks lugeda, kui negatiivi kõik detailid on välja ilmunud ja positiiv omab tugevasti valgustatud kohtades metalset varjundit.

Tuleb silmas pidada, et kopeerimisel saadud kujutise tihedus väheneb tunduvalt edasisel töötlemisel ja sellepärast tuleb teda tugevasti ülekopeerida.

Et kindlaks teha, mis määrani on vaja teatavat paberit kopeerida, selleks tuleb ühest ja samast negatiivist teha 3—4 erisuguse tihedusega äratõmmet ja pärast lõplikku väljatöötamist võtta edasisel kopeerimisel aluseks parima koopia tihedus.

Negatiivi tumedamate kohtade all olnud paberiosadele jääb peale kopeerimist teatav hulk valguse poolt mõjutamata hõbekloriidi. Kui niisugune positiiv viia valguse kätte, siis taandub kopeerimisel muutumatuks jäänud hõbekloriid metalliliseks hõbedaks ning kogu pildi pind muutub tumedaks.

Et seda vältida, peab pilti nagu plaatigi kinnistama hõbesulfiti lahuses. Kuid pärast sellist kinnistamist on pilt inetu ruuge tooniga, mistõttu teda ei kinnistata kunagi harilikus kinnistis.

Päevavalgusepaberite kinnistamiseks on kaks viisi:

1. Alul töödeldakse pilti värvivas lahuses, mida nimetatakse toonivlahuseks või lihtsalt toonijaks (see lahus annab pildile meeldiva tooni); seejärel kinnistatakse pilt harilikus kinnistis.

2. Pilti töödeldakse ainult ühes lahuses, mis sisaldab hüposulfitit ja pildi värvust muutvat ainet. Niisugust lahust nimetatakse toonivkinnistiks.

Fotoharrastajad kasutavad praktikas harilikult toonivkinnistit. Võib töötada valmis toonivkinnistiga (padrunis), kuid parem on seda ise valmistada.

Toonivkinnisti retsept:

I lahus.

Plii-nitraati	50 g
või plii-atsetaati	50 g
Vett, keedetud	400 cm³

Hüposulfitit	150 g
Vett, keedetud	600 cm^3

Esimene lahus valatakse teisega kokku, filtreeritakse ja lastakse üks ööpäev settida; pärast seda on lahus tarvitamisvalmis.

Toonimine kestab 5 kuni 10 minutit ja annab pildile sooja pruuni tooni. Töövõime langemisel hakkab toonivkinnisti andma inetuid toone, seetõttu on soovitav 100 cm^3 lahuses töödelda mitte üle 10 pildi, formaadis 9 × 12 cm. Tarvitatud toonivkinnistisse ei tohi valada värsket.

Toonivkinnistiga töötamisel tuleb silmas pidada, et soojas lahuses toimub toonimine kinnistamisest kiiremini ning seetõttu võidakse pilt välja võtta küll ilusa tooniga, kuid puudulikult kinnistatuna, või jälle saadakse hästi kinnistatud, kuid halva tooniga pilt (ülemäära pikaajalisest toonimisest). Alakinnistatud positiiv kattub lühikese aja pärast plekkidega.

Niisuguste vigade vältimiseks tuleb pilti toonivkinnistis hoida kuni ilusa pruuni tooni saamiseni, võtta siis lahusest välja ja kinnistada harilikus 10%-lises hüposulfiti lahuses. Järelkinnistamine peab kestma nii kaua, et pildi toonivkinnistis oleku ja järelkinnistamise aja summa ei ületaks 15 minutit.

Piltide pesemine enne toonivkinnistisse panemist ei ole tingimata vajalik, kuid peab meeles pidama, et see siiski kaitseb toonivkinnistit enneaegse riknemise eest. Pärast toonivkinnistamist peab pilte hoolega pesema. Pesemise tehnika ei erine millegagi plaatide pesemisest; pildid tuleb vette asetada kujutisega allapoole ja peab jälgima, et nad ei ladestuks üksteise peale. Pesemist toimetatakse 40—60 minutit.

Korralikult pestud pilte surutakse filterpaberi lehtede vahel ja riputatakse näpitsate abil nurkapidi kuivama. Pilte ei tohi kuivatada ahju läheduses, sest emulsioon võib kõrge temperatuuri tõttu sulada.

52. VEAD JA NURJUNGID.

Kõige iseloomustavamad ja sagedamini esinevad vead ja nurjungid kopeerimispaberitega töötamisel on toodud järgnevas tabelis.

Puudused	Põhjused
Kujutis on koopial liiga tume	Kopeerimine toimus liiga kaua
Punakasroosad laigud koopial	Paberi asetamisel raami või töötlemisel lahuses on sõrmedega puudutatud valgustundlikku kihti
Koopia on kollane	1) Puudulik kinnistamine
	2) Puudulik pesemine
Kujutise ebameeldiv värvus	1) Toonimise liiga lühike aeg
	2) Toonivkinnisti nõrk lahus
Koopia mõned kohad ei omanda tooni	Kihti on puudutatud määrdunud sõrmedega
Koopial tekivad mullid	Liiga pikaajaline pesemine vees
Puuduvad kujutise pooltoonid	Toonivkinnisti ei ole pärast valmistamist küllaldaselt seginenud
Kujutisel on sinakashall toon	Liiga kauakestev toonimine

53. ILMUTAMISPABERITE SENSITOMEETRILISED KARAKTERISTIKAD.

Fotopaberite valgustundliku kihi sensitomeetriliste karakteristikate saamiseks tuleb seda kihti, nagu negatiivmaterjalide sensitomeetriaski, säritada rea teatud täpsete valgushulkadega, ilmutada ja pärast seda mõõta optilist tihedust. Saadud andmete põhjal ehitada tunnusjoon.

Selle kõvera uurimise põhjal selguvad fotopaberi fotograafilised karakteristikad: 1) valgustundlikkus, 2) maksimaalne tihedus, 3) kontrastsuskoefitsient ja 4) kasulik fotograafiline ulatus ehk gradatsioon.

Anname nende suuruste määrangu.

Fotopaberi valgustundlikkus. Fotopaberi valgustundlikkuse määramist teostatakse samade meetoditega, mida kasutatakse

negatiivmaterjalide juureski. Harilikult määratakse (nõukogude ettevõtete praktikas) fotograafiliste paberite valgustundlikkust Eder-Hechti sensitomeetri abil. Viimane kujutab endast optilist kiilu, mille läbipaistmatus kasvab pidevalt ühest kuni umbes 68 000-ni. Kui toimetada säritamist läbi niisuguse kiilu teatud valgusjõuga valgusallika abil, siis muutub valgustuse hulk vastavalt kiilu läbipaistmatusele (joon. 54). Seda valgustuse hulka võib väljendada sekund-meeter-küünaldes.

Nagu näeme, valgustundliku materjali säritamisel läbi optilise kiilu muutub valgustuse hulk (säritus) ainult kiilu läbipaistmatuse muutumise tõttu (paksenemise poole), sest kasutatava valgusallika valgusjõud ja säritusaeg jäävad muutumatuiks.

Peale ilmutamist saadakse paberil erinevad tihedused maksimaalsest kuni vaevalt märgatavani, vastavalt valgustuse hulgale (säritusele).

Sageli määratakse fotopaberite valgustundlikkust nõndanimetatud tumenemise lävele vastava valgustuse hulga järgi, s. t. esimese märgatava tumenemise järgi, mida silm suudab säritamata paberi värvusest eraldada. Niisugune meetod fotopaberite valgustundlikkuse määramiseks on võetud tarvitusele sellepärast, et positiivkujutise moodustamiseks tuleb tihti kasutada väga väikesi ja isegi vaevu märgatavaid tumenemisi.

Fotopaber asetatakse Eder-Hechti kiilu alla ja säritatakse teatud arv sekundeid standardse valgusallikaga. Kuna kiilu läbipaistmatus suureneb piki kiilu, siis säritub paberi iga osa erineva valgushulgaga. Selliselt säritatud paberi ilmutamisel saadud äratõmbel leitakse tumenemise lävi Eder-Hechti kraadides; tabelite abil võib isegi tundlikkuse lävele vastava valgustuse hulga kindlaks määrata sekund-meeter-küünaldes.

Fotopaberite valgustundlikkust ei saa kõrvutada negatiivmaterjali valgustundlikkusega, tingituna:

1) valgusallikate kiirguse spektraalsest erinevusest (2360° K ja 5000° K);

2) särituse iseloomu erinevusest (valgustuse skaala ja aja skaala);

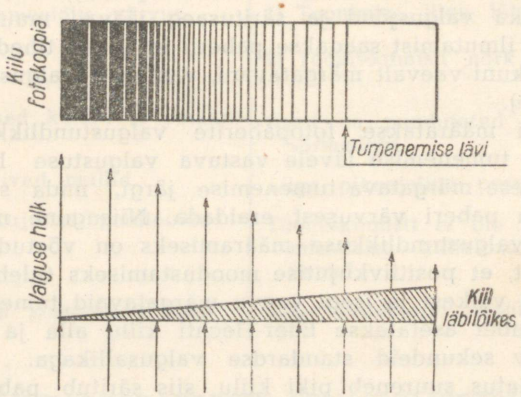
3) erinevatest tunnustest, mille järgi määratakse negatiivmaterjalide ja fotopaberite valgustundlikkust.

Praktiliselt tähendab fotopaberi valgustundlikkus seda, et suurema valgustundlikkuse puhul on säritusaeg kopeerimisel lühem. Erilist tähtsust omab valgustundlikkuse aste suurenda-

misel, sest vähetundlikkude fotopaberite kasutamine pikendab säritusaega.

Maksimaalne optiline tihedus. Ilmutamisprotsessis saavutatav maksimaalne optiline tihedus on fotopaberi väga tähtis karakteristika.

Positiivkujutise moodustamisel kasutatakse reeglina enamikku tunnusjoonest ja sageli isegi maksimaalset optilist tihedust, sest maksimaalse optilise tiheduse väärtus on fotopaberitel suhteliselt väike. Näiteks on maksimaalne tihedus läikpaberitel 1,4—1,6, „sametistel" 1,3—1,5 ja mattidel 1,0—1,2.



Joon. 54. Eder-Hechti kiilu skeem. Nooltega on näidatud valguse hulk, mis väheneb võrdeliselt kiilu paksusele.

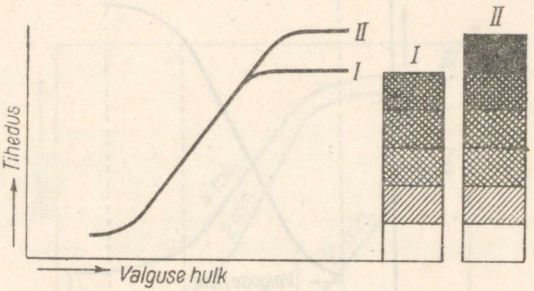
Kontrastsuskoefitsient. Fotopaberite kontrastsuskoefitsient määratakse nagu negatiivmaterjalide juureski nende tunnusjoontest, ja nimelt tunnusjoone sirge osa kaldenurga järgi. Mida suurem on kaldenurk, seda kontrastsem on paber. Ent iga positiivi kontrastsus sõltub ka maksimaalsest tihedusest. Mida suurem on maksimaalne tihedus, seda suurem on positiivi praktiline kontrastsus tunnusjoone ühe ja sama kaldenurga puhul (joon. 55).

Fotopaberite niisugused sensitomeetrilised eriomadused nõuavad rangemat täpsust säritusaja määramisel ja õiget ilmutamist. Alailmutatud positiiv on kontrastivaene puuduliku tiheduse tõttu, üleilmutatu aga — tekkinud loori tagajärjel.

Kujutise ülekandmise iseloomu järgi jaotuvad fotopaberid „pehmeteks", „normaalseteks", „kontrastseteks" ja „eriti kontrastseteks". Sensitomeetrilisest seisukohast vastavad nendele paberitüüpidele järgmised kontrastsuskoefitsiendid (vt. tabelit).

Fotopaberite iseloomustus kontrastsuse astme järgi.

Fotopaberi tüüp	Kontrastsuskoefitsient (gamma)
Pehme	1,0—1,2
Normaalne	1,3—1,9
Kontrastne	2,0—2,9
Eriti kontrastne	üle 3,0



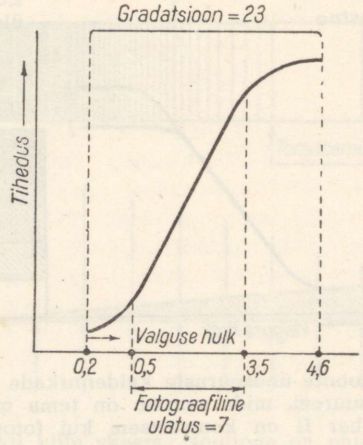
Joon. 55. Tunnusjoonte ühesuuruste kaldenurkade puhul on fotopaberi kontrastsus seda suurem, mida suurem on tema maksimaalne tihedus: fotopaber II on kontrastsem kui fotopaber I.

Fotopaberi kontrastsuskoefitsiendi tundmisel on fotopraktikas väga suur tähtsus, sest see võimaldab fotopaberi õiget valikut vastavalt negatiivi kontrastsusele. Kontrastsed negatiivid kopeeritakse pehmele paberile, normaalse kontrastsusega negatiivid — normaalpaberile, kontrastivaesed aga — kontrastpaberile.

Kasulik fotograafiline ulatus ehk gradatsioon. Negatiivmaterjalide fotograafilise ulatuse mõiste selgitamisel tegime kindlaks, et see võimaldab valida õiget materjali vastavalt objekti kontrastsusele (heledusastmikule ehk ulatusele). Fotopaberi fotograafilise ulatuse tundmine võimaldab paberi õiget valikut sõltuvalt negatiivi tihedusastmikust (negatiivi kontrastsusest).

Positiivmaterjalide fotograafilise ulatuse määramine ei erine põrmugi varem kirjeldatud negatiivmaterjalide fotograafilise ulatuse leidmisest. Ent fotopaberite fotograafiline ulatus on hoopis väikene ning seetõttu tuleb positiivil tihedusastmiku ulatust suurendada; sellega seoses tuleb juurde kasuliku fotograafilise ulatuse ehk gradatsiooni mõiste.

Kasulik fotograafiline ulatus määratakse nende valgushulkade suhtest, mis vastavad kahele punktile tunnuskõvera alasärituse ja ülesärituse piirkonnas, kus kõvera tõus moodustab 0,2. Allpool tarvitame terminit „gradatsioon", kui sobivamat.



Joon. 56. Fotopaberi fotograafilise ulatuse ja gradatsiooni määramise skeem.

Seega tuleb kopeerimisel kasutada mitte ainult fotopaberi tunnuskõvera sirgjoonelist osa, vaid ka teatavat osa alasärituse ja ülesärituse piirkonnast.

Harilikult püütakse kopeerimisel kasutada tihedust alates tunnusjoone alumisest punktist, mis vastab fotokoopia täiesti valgele toonile, ja lõpetades kõige ülemise punktiga, mis vastab maksimaalsele tihedusele. See seletub asjaoluga, et fotopaberite tiheduse maksimaalne ulatus on väike.

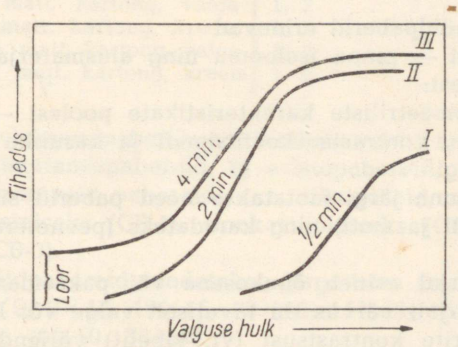
Kui kasutatakse ainult osa selle skaala toone, näiteks ainult sirgjoonele vastavaid, siis on äärmiste tiheduste erinevused liiga

väikesed ning seetõttu saadakse monotoonsed, jõuetud pildid. Seega, kasutades fotopaberi tihedusastmiku võimalikku ulatust, suureneb positiivkujutise „mahlakus".

Joonisel 56 on näidatud skemaatiliselt paberi gradatsiooni määramine.

Mida suurem on fotopaberi gradatsioon, seda paremini antakse edasi negatiivi pikk toonideskaala ning seda detailsem saadakse koopia, s. t. seda rohkem tekib kujutisel detaile. Mida väiksem on gradatsioon, seda halvemini antakse edasi detailid.

Ilmutamise kestuse mõju. Fotopaberite tunnusjoonele mõjub ilmutamise kestus mõnevõrra teisiti kui negatiivmaterjalide juures.



Joon. 57. Ilmutamise kestuse mõju tunnusjoonele. *I* — kõver vastab alailmutamisele, mille tulemuseks on väike kontrastsus ja tihedus: *II* — normaalse ilmutamise kõver; *III* — kõver üleilmutamise korral; esineb looristus ja kontrastsuse vähenemine.

Erinevus seisab selles, et fotopaberi kontrastsuskoefitsient ja maksimaalne tihedus jäävad peale teatavaajalist ilmutamist mõneks ajaks muutumatuiks, s. t. tunnusjoon omandab püsiva kuju.

Joonisel 57 on kujutatud tunnusjoone muutumine sõltuvalt ilmutamise kestusest. Kõver *I* vastab alailmutamisele. Sel juhul saadakse puudulik maksimaalne tihedus ja väikene kontrastsus. Kõver *II* vastab normaalse kestusega ilmutamisele, kusjuures

saadakse maksimaalselt võimalik tihedus ja kontrastsus. Kõver *III* iseloomustab tunnusjoone muutumist üleilmutamisel; selle tulemusena tekib looristus, mis kahel esimesel juhul puudub. Looristuse tõttu langeb aga kontrastsus.

Seega on arusaadav, et kujutise maksimaalse kontrastsuse ja tiheduse saavutamiseks peab ilmutamine kestma piisavalt kaua (normaalses ilmutis 18—20° C juures 2—3 minutit). Teisalt ei tohi see aga jälle liiga kaua kesta (ulatuda 4—6 minutini), kuna niisugusel korral tekib loor ning väheneb kontrastsus, mille lõpptulemuseks on kujutise kvaliteedi langus.

54. FOTOGRAAFILISED ILMUTAMISPABERID.

Hõbebromiidpaberid erinevad:

1) väliselt — pinna iseloomu ning alusmaterjali paksuse ja värvuse poolest;

2) sensitomeetriliste karakteristikate poolest — valgustundlikkuse astme, kontrastsuskoefitsiendi ja kasuliku ulatuse (gradatsiooni) järgi.

Paberi pinna järgi jaotatakse need paberid siledateks (läikega, poolmatt ja matt) ning karedateks (peeneteraline ja jämedateraline).

Alusmaterjal esineb õhukesena või paksemana (kartong).

Alusmaterjali värvus on tavaliselt valge või kreem.

Fotopaberite kontrastsust (vt. tabelit) väljendatakse leppenumbritega (mida suurem number, seda kontrastsem on paber).

Fotopaberite tüübid kontrastsuse järgi.

Fotopaberi iseloom	Leppenumber	Kontrastsuskoefitsient
Pehme	Nr. 1	1,0—1,2
Normaalne	Nr. 2	1,3—1,5
Normaalne	Nr. 3	1,6—1,9
Kontrastne	Nr. 4	2,0—2,4
„	Nr. 5	2,5—2,9
Eriti kontrastne	Nr. 6	3,0—3,9
„	Nr. 7	4,0 ja suurem

Toome Kinofilmitööstuse Peavalitsuse vabrikute poolt toodetavate hõbebromiid-fotopaberite sordid.

Hõbebromiid-fotopaberite sordid.

Pinna liik	Kontrastsust iseloomustavad numbrid
Siledad paberid	
Läikiv, õhuke, valge	1, 2, 3, 4, 5
Läikiv, kartong, valge	2, 3, 4
Poolmatt, õhuke, valge	1, 2, 3, 4
Poolmatt, kartong, valge	1, 2, 3
Matt, õhuke, valge	1, 2, 3, 4
Matt, õhuke, kreem	1, 2
Matt, kartong, valge	1, 2, 3, 4
Matt, kartong, kreem	1, 2
Karedad (erikoega) paberid	
Peeneteraline, matt, kartong, valge	1, 2
Peeneteraline, matt, kartong, kreem	1, 2
Jämedateraline, matt, kartong, valge	1, 2
Jämedateraline, matt, kartong, kreem	1, 2

Peale hõbebromiidpaberite toodetakse veel: 1) hõbekloriidpabereid: a) ilmutamispabereid, b) aristopabereid, ja 2) nõndanimetatud isetoonivaid pabereid, s. t. niisuguseid, mis ilmutamisel värvuvad siniseks (CB-1), sinakasvioletseks (CB-2) ja punakaspruuniks (CB-3).

Hõbebromiidpabereid toodetakse järgmistes suurustes (sentimeetrites): 6×9; 9×12; 10×15; 13×18; 15×20; 18×24; 20×30; 24×30; 30×40; 40×50; 50×60.

Fotopaberid pakitakse ümbrikkudesse ja karpidesse. Ümbrikkudesse mahutatakse 10 või 20 lehte, karpidesse või pakkidesse aga 50, 100 või 200 lehte.

Väiksemaformaadilised fotopaberid (kuni 30×40 cm) pakitakse — ühe lehe valgustundlik kiht vastu teise tagakülge, suuremad formaadid aga — valgustundlikud kihid vastamisi. Fotopaber mähitakse enne pakendisse asetamist musta mitteaktiinsesse paberisse.

Pakendi etiketile peab olema märgitud: pinna iseloom, alusmaterjali paksus ja värvus, paberi kontrastsust iseloomustav number, emulsiooni number, valmistamise kuupäev ja metallilise hõbeda hulk paberi 1 mm² kohta.

Fotopabereid valmistatakse kontaktkopeerimiseks ja suurendamiseks, viimastele märgitakse: „kõrgetundlik".

Positiivmaterjalina tarvitatakse veel diapositiivplaate ja positiivfilme (foto- ja kino-). Nende fotograafilised omadused on järgmised:

a) diapositiivplaatide valgustundlikkus on 0,5 kuni 3° H & D; kontrastsuskoefitsient ei ole alla 2,0 ja maksimaalne tihedus mitte alla 3,0;

b) positiivfilmi valgustundlikkus ei ole alla 6° H & D; kontrastsuskoefitsient umbes 2,5; fotograafiline looristus aga ei ole suurem kui 0,06.

55. PABERI VALIK VASTAVALT NEGATIIVILE.

Üldtuntud põhireegel negatiivile vastava paberi valikul on: jõuetu, kontrastivaese negatiivi puhul tuleb positiivkujutise kontrastsuse suurendamiseks kasutada kontrastset paberit.

Positiivkujutise kontrastsuse määravad: 1) negatiivi kontrastsuskoefitsient (γ_n) ja 2) fotopaberi kontrastsuskoefitsient (γ_p). Nende kahe suuruse korrutis ($\gamma_n \times \gamma_p$) määrab kindlaks, kui-võrd kontrastne on positiiv võrreldes originaaliga. Nagu teada, ei sõltu suurused γ_n ja γ_p ainult materjali omadustest, vaid ka ilmutamise kestusest.

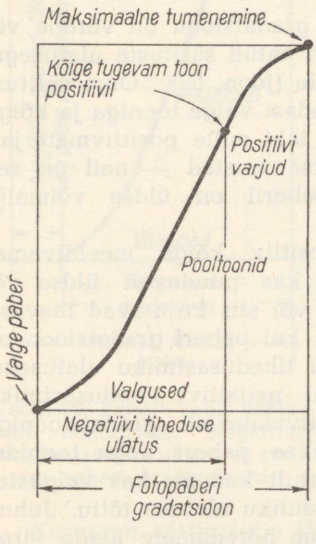
Oletame, et me saime mingist objektist „õige" negatiivi. Õigeks võime aga lugeda niisugust negatiivi, mille pildistamisel on ära kasutatud tunnusjoone normaalsärituse piirkond, s. t. tema sirge osa, ja kui gamma võrdub seejuures ühega. Sellise negatiivi kopeerimiseks peab tarvitama paberit, mille γ samuti võrdub ühega, sest ainult sel juhul on negatiivi ja fotopaberi gammade korrutis võrdne ühega ning positiiv vastab oma kontrastsuselt originaalile.

Kui negatiiv on ilmutatud gamma madala väärtuseni, siis peab fotopaberi gamma olema sellevõrra ühest suurem, et gammade korrutis võrduks ikkagi ühega. Ja vastupidi, kui negatiiv on liiga kontrastne, s. t. omab suurt gammat, siis võib kujutise kontrastsust vähendada kopeerimisega pehmele fotopaberile. Kui kopeerimisel kasutatakse ainult positiivmaterjali tunnusjoone sirgjoonelist osa (nii nagu pildistamisel negatiivmaterjali juures), siis oleneb tulemus täielikult suurustest γ_n ja γ_p.

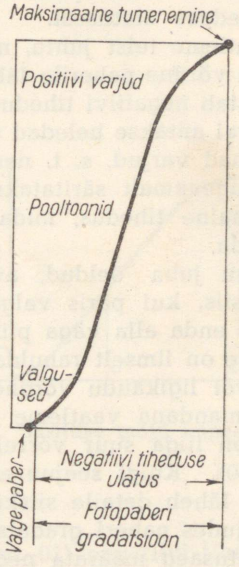
Peale positiivmaterjali kontrastsuse etendavad olulist osa

veel kaks asjaolu: positiivmaterjali fotograafiline ulatus ja säritusaeg kopeerimisel.

Paberil saadavat toonide skaalat peab vaatlema seoses negatiivi kontrastsusega, s. t. tema tiheduste ulatusega või kopeerimisel läbi selle negatiivi paberile antavate särituste ulatusega. Näiteks kasutatagu väikese tiheduste ulatusega negatiivi kopeerimiseks suure gradatsiooniga paberit (joon. 58). Kui säritusaeg on kopeerimisel valitud nii, et negatiivi kõige tihedam ala



Joon. 58. Paberi valik vastavalt negatiivile. Fotopaberi gradatsioon on suurem negatiivi tiheduste ulatusest.



Joon. 59. Paberi valik vastavalt negatiivile. Fotopaberi gradatsioon võrdub negatiivi tiheduste ulatusega.

(s. t. kõige väiksem säritus kopeerimisel) ei anna pildil üldse tumenemist, siis negatiivi kõige väiksema tihedusega ala (s. t. suurim säritus) annab paberile tumenemise, mis on väiksem maksimaalsest võimalikust (maksimaalsest tihedusest).

Seejuures ei kasutata ära paberi kogu kasulikku toonideskaalat. Koopial saadakse valge toon ja mõningane hulk halle toone. Objekti kõige heledamad osad tulevad välja valge too-

nina, kõige sügavamad varjud aga — hallidena või tumehallidena, ent mingil juhul mitte mustadena. Kui samade tingimuste juures suurendada särituse aega nii, et negatiivi kõige hõredamad alad (s. t. varjud) annavad antud paberil maksimaalselt võimaliku tiheduse, siis negatiivi tihedamad alad (s. t. valgused) ei tule positiivile täiesti valgetena, vaid hallidena.

Kummalgi juhul ei ole koopia küllaldaselt kontrastne seepärast, et ei kasutata ära paberi kasulikku ulatust (gradatsiooni) — koopia on tehtud paberile, mille gradatsioon on suurem negatiivi tiheduse ulatusest.

Vaatleme teist juhtu, mil paberi gradatsioon on võrdne või peaaegu võrdne paberile läbi negatiivi antud särituste ulatusega, s. t. vastab negatiivi tiheduste skaalale (joon. 59). Õige särituseaja korral antakse heledad valgused edasi valge tooniga ja kõige sügavamad varjud, s. t. need kohad, läbi mille positiivmaterjali kõige tugevamalt säritatakse, saadakse mustad — neil on see maksimaalne tihedus, mida antud paberil on üldse võimalik saavutada.

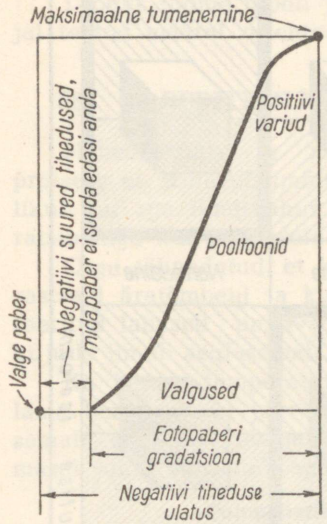
Nagu juba öeldud, avaldab positiiv kõige meeldivamat muljet siis, kui päris valged toonid kas puuduvad üldse või võtavad enda alla väga piiratud ala, või siis kujutavad taevast. See nõue on ilmselt rahuldatud juhul, kui paberi gradatsioon on täiesti või ligikaudu võrdne negatiivi tihedusastmiku ulatusega.

Kolmandana vaatleme juhtu, kui negatiivi tihedusastmiku ulatus on liiga suur võrreldes positiivmaterjali gradatsiooniga (joon. 60). Kuigi seejuures kasutatakse paberi kogu toonideskaalat, läheb detaile siiski paratamatult kaduma kas valgustes või varjudes paberi gradatsiooni puuduliku ulatuse tõttu. Juhul, kui säritusaeg määrata negatiivi kõige hõredamate alade järgi, ei anna tihedamate alade erinevad toonid positiivil üldse tumenemist, vaid kujunevad ühtlaselt valgeteks. Nii lähevad detailid valgustes kaduma. Kui aga säritusaega pikendada, esineb vastupidine nähtus — negatiivi hõredamad alad, kuigi toonidelt erinevad, kujunevad positiivil ühtlaselt tumedateks aladeks. Järelikult lähevad detailid siin kaduma varjudes.

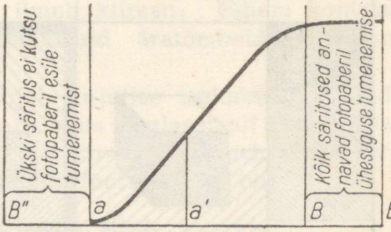
Niisiis, kasutades kopeerimisel lühimat säritusaega, kaotame detailid valgustes, rakendades aga pikimat — kaotame detailid varjudes.

Nagu selgus, etendab säritusaeg kopeerimisel olulist osa. Tema suurenemisega kasvab proportsionaalselt ka erinevate

toonide säritus; seda muidugi juhul, kui negatiivi valgustustugevus jääb muutumatuks (s. t. kui valgusallika tugevus ja tema kaugus negatiivist ei muutu).

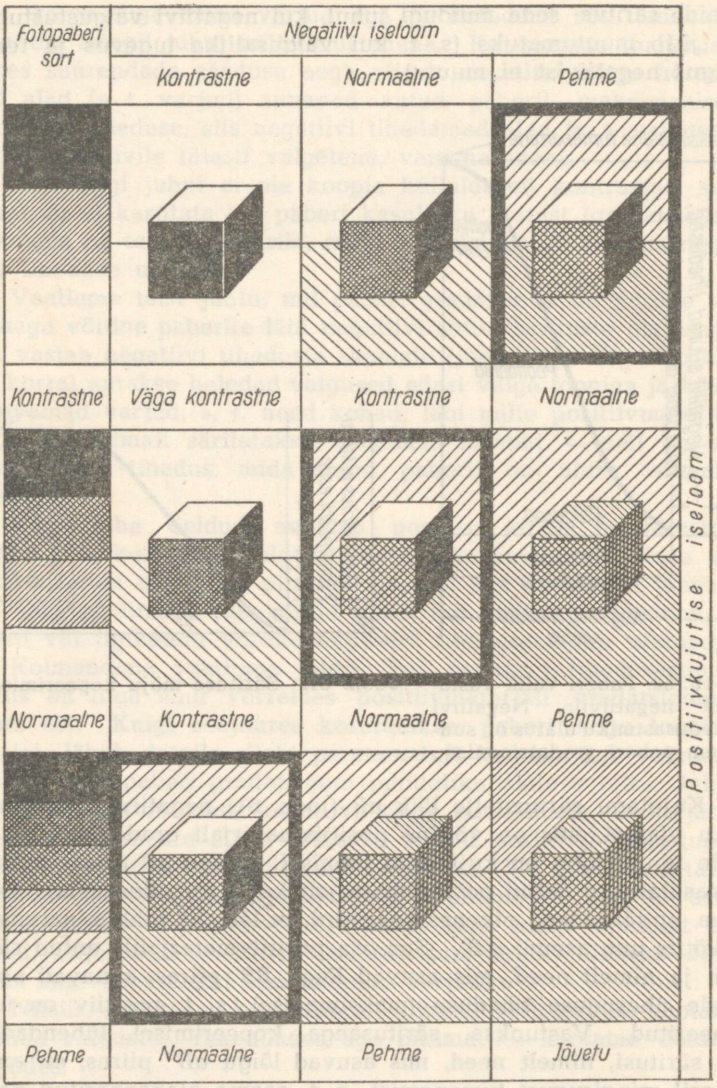


Joon. 60. Paberi valik vastavalt negatiivile. Negatiivi tihedusastmiku ulatus on suurem paberi gradatsioonist.



Joon. 61. Särituse mõju kopeerimisel.

Kujutagu säritustelje lõik *aB* (joon. 61) negatiivi tihedusastmiku ulatust, mis on võrdne positiivmaterjali gradatsiooniga ja mille tunnusjoon on kujutatud joonisel. Lõigu *aB* asend näitab, et kasutatakse antud positiivmaterjali kogu toonideskaalat. Oletame, et säritusaeg pikenes sedavõrd, et lõik *aB* nihkus paremale ja võttis uue asendi *a'B'*. Siis osa positiivmaterjalile antud säritusi, ja nimelt need, mis asuvad lõigu *BB'* piires, annavad positiivile ühesuguse tiheduse (maksimaalse), s. t. positiiv on ülekopeeritud. Vastuoksa, säritusaega kopeerimisel lühendades, osa säritusi, nimelt need, mis asuvad lõigu *aB''* piires, ei anna paberil mingisugust tumenemist, s. t. saame alakopeeritud positiivi.



Joon. 62. Negatiivile vastava paberi valiku skeem.

Esimesel juhul saadakse liiga tume positiiv, millel valgused osutuvad liiga tumedaiks ja varjudes puuduvad detailid; teisel juhul puuduvad detailid valgustes, varjud aga ei osutu küllalt tumedateks.

Lõpuks toome tabeli ja skeemi (joon. 62), mis aitavad algajal teatud määral orienteeruda paberite valikul.

56. PABERITE ILMUTAMINE JA KINNISTAMINE.

Hõbebromiid- ja hõbekloriidbromiid-paberite ilmutamisprotsess ei erine põhimõtteliselt fotoplaatide ilmutamisest. Harilikult on aga ilmutilahus fotopaberite jaoks väiksema kontsentratsiooniga kui plaatidele ja filmidele.

Olgu tähendatud, et kontsentreeritud lahused annavad kontrastseid äratõmbeid ja kujutis ilmub kiiresti; vähem kontsentreeritud lahused annavad pehmemaid äratõmbeid, kusjuures kujutis ilmub aeglasemalt.

Ka lahuse temperatuur mõjub kujutise iseloomule. Madalama temperatuuri juures töötab lahus aeglasemalt ja kontrastsemalt, kõrgemal temperatuuril — kiiremini ja pehmemalt; viimasel juhul suureneb aga äratõmbe looristumise oht.

Fotopaberite sobitamise tabel.

Negatiivi iseloom	Sobiva paberi sort
1. Negatiiv on loid, gammaga alla 0,65. Kujutis temal omab kõiki detaile, kuid puudub kontrastsus valguste ja varjude vahel. Tiheduse suhtes võib loide negatiive jaotada nelja gruppi:	
a) tihe negatiiv (maksimaalne tihedus on 2,1—2,5);	a) kontrastne, hõbebromiidpaber;
b) väikese tihedusega negatiiv (maksimaalne tihedus on 0,5—0,75);	b) kontrastne, hõbekloriidbromiidpaber;
c) väga hõre negatiiv (maksimaalne tihedus on 0,4—0,5);	c) kontrastne, hõbekloriidbromiidpaber, säritada pikka aega nõrga valgusega;
d) vastu valgust vaadates erinevad valgused ja varjud üksteisest väga vähe	d) rahuldavat äratõmmet on raske saada

Negatiivi iseloom	Sobiva paberi sort
2. Pehme negatiiv	2. Kontrastne, hõbebromiidpaber
3. Kõva negatiiv, gammaga üle 1,65. Kujutis omab detaile. Kontrastsus valguste ja varjude vahel on suur	3. Pehme, hõbebromiidpaber
4. Kontrastne negatiiv	4. Pehme, hõbebromiidpaber
5. Tihe negatiiv (maksimaalne tihedus on 2,10—2,50)	5. Normaalne, hõbebromiidpaber; säritada lühikest aega väga tugeva valgusega
6. Normaalne negatiiv, gamma on umbes 1,2, maksimaalne tihedus 1,5, detailid on hästi läbi töötatud	6. Normaalne, hõbebromiidpaber

Ilmutilahuste kõige kohasemaks temperatuuriks loetakse 18° C. Õigesti säritatud äratõmme ilmutub kuni 3 minuti jooksul.

Ulesäritatud äratõmbed tumenevad ilmutis kiiresti ja nende valgused kattuvad looriga. Kujutis saadakse tume, peaaegu ilma detailideta. Alasäritatud äratõmbed ilmutuvad väga kaua, kusjuures nende edasise ilmutamisega ei saavutata mingeid paremusi. Vastupidi, nende kvaliteet langeb, nad muutuvad halliks ja mõnikord lähevad kollaseks üle kogu pinna.

Paber tuleb ilmutisse asetada nii, et ilmuti kataks korraga kogu paberi pinna, muidu tekivad ebaühtlase ilmutamise tagajärjel vöödid ja laigud.

Metoolhüdrokinoon-ilmuti.

Varulahus:

Vett	kuni 1000 cm^3
Metooli	3 g
Naatriumsulfitit, kristallilist .	90 g
Hüdrokinooni	12 g
Soodat, veevaba	70 g
Kaaliumbromiidi	2 g

Töölahuse saamiseks tuleb 1 osa antud varulahust lahjendada 2—4 osa veega.

See lahus töötab kiiresti, annab hea läbitöötuse ja õige säritusaja juures musta tooni. Ebaõigel säritusel tekivad hallid toonid.

Paraamiidofenool-ilmuti.

Vett	kuni 1000 cm³
Paraamiidofenooli	8 g
Naatriumsulfitit, kristallilist .	50 g
Soodat, kristallilist	50 g
Naatriumhüdroksüüdi	0,5 g
Kaaliumbromiidi	0,5 g

Lahus on vahetult kõlblik töötamiseks. Annab hallikasmusta tooni.

Hüdrokinoon-ilmuti.

Vett	kuni 1000 cm³
Naatriumsulfitit, veevaba . .	75 g
Hüdrokinooni	20 g
Kaaliumbromiidi	5 g
Potast	70 g

Lahus on vahetult kõlblik tarvitamiseks. Töötab väga kontrastselt. On eriti sobiv joonkujutiste ilmutamiseks.

Metool-ilmuti.

Vett	kuni 1000 cm³
Metooli	12,5 g
Naatriumsulfitit, veevaba . .	36 g
Soodat, veevaba	32 g
Kaaliumbromiidi	2 g

Tööplahuse saamiseks tuleb 1 osa antud lahust lahjendada 2 osa veega. Ilmuti töötab väga pehmelt ja on seetõttu eriti sobiv portreede ilmutamiseks. Ilmutamise kestus 20° C juures on 1,5—3 minutit.

Hõbekloriidbromiidpabereid võib ilmutada ülalnimetatud lahustes, ent eriretseptide tarvitamine võimaldab saada soojemate toonidega äratõmbeid. Ühe niisuguse retsepti toome allpool.

Metoolhüdrokinoon-ilmuti soojade toonide saamiseks.

Vett	kuni 500 cm³
Metooli	1 g
Naatriumsulfitit, kristallilist .	25 g
Hüdrokinooni	4 g
Soodat, veevaba	9 g
Kaaliumbromiidi	1 g

Ainete lahustamine peab toimuma retseptis antud järjekorras.

Sõltuvalt säritusaja pikkusest ja veega lahjendamise astmest saadakse hõbekloriidbromiidpaberitel järgmised toonid:

Lahjendamine veega	Säritusaeg	Toon
Lahjendamata	Normaalne	Soe must
3 korda	4 korda suurem normaalsest	Seepia
4 korda	6 korda suurem normaalsest	Pruun
6 korda	20—25 korda suurem normaalsest	Punakaspruun

Peab märkima, et selle ilmuti kasutamisel ei anna kõik hõbekloriidbromiidpaberid häid tulemusi.

Paberite kinnistamist toimetatakse lahuses, mis oma koostiselt ei erine plaatide jaoks tarvitatavast kinnistist.

Kinnistama peab vähemalt 10—15 minutit; halvasti kinnistatud äratõmbed ei säili kaua ja neil tekivad alati kollakaspruunid laigud. Suurt hulka pilte kinnistades peab jälgima, et nad ei kleepuks üksteise külge, muidu kinnistuvad nad halvasti.

Enne kinnistisse asetamist peab pilte loputama 5%-lises äädika-essentsi lahuses (või 1,5%-lises äädikhappe lahuses), muidu võib tekkida kollane loor. Kõige parem on kasutada alumiiniummaarjaga hapukinnistit, kuna see värvub märksa aeglasemalt kui harilik kinnisti.

Pärast kinnistamist peab pilte pesema; halvasti pestud piltidel tekivad aja jooksul kollakaspruunid laigud.

Sageli tekivad pesemisel paberi pinnale mitmesuguse suurusega kublad; see nähtus on tingitud fotoželatiini ja alusmaterjali halvast kvaliteedist.

Kuplade tekkimist võib mõnikord vältida, kui pärast kinnistamist pilte töödelda 10—15 minutit 10%-lises keedusoola lahuses ja alles seejärel pesta.

Enne keedusoolaga töötlemist peavad pildid olema hoolikalt kinnistatud, muidu võivad nad värvuda kollaseks.

57. ILMUTAMISPABERITEGA TÖÖTAMISEL TEKKIVAD VEAD, NENDE PÕHJUSED JA VÄLTIMINE.

Kõige sagedamini esinevad puudused toome kokkuvõetuna alljärgnevas tabelis.

Vead	Põhjus	Vältimine või parandamine
Kujutise tume toon	Liiga pikk säritusaeg või kauane ilmutamine	Vähendada säritusaega või ilmutamise kestust
Üldine hall looristus	1. Paber on valgust saanud 2. Paber on liiga vana 3. Ebaõige säilitamine (kõrge temperatuur, niiskus jne.) 4. Vabriku praaktoode	Parandamine pole mingil juhul võimalik. Korrata kopeerimist; kui tulemus on sama, võtta tarvitusele uus pakk pabereid
Valgused on kaetud looriga või jätavad määrdunud mulje	1. Ilmuti on liiga suure kontsentratsiooniga 2. Ilmutis on vähe kaaliumbromiidi 3. Ilmuti temperatuur on liiga kõrge	Jälgida täpselt retseptuuri või ilmutamisrežiimi
Vöödid ja laigud	Need tekivad äratõmbe ebaühtlaselt ilmutiga kattumise tagajärjel	Parandamine pole võimalik. Äratõmmet ilmutisse asetades tuleb täita tingimusi, mis on toodud eespool — ilmutamist käsitavas osas
Määrdunud-hallid laigud ja pliiatsijoontele sarnanevad mustad jooned	1. Paber on liiga vana 2. Emulsioonikihile on avaldatud mehaanilist survet 3. Paber noaga lõikamisel vigastatud või liiga kiirel pakist väljatõmbamisel kriimustatud	1. Võtta tarvitusele uus pakk pabereid P. 2 ja 3. Käsitseda pabereid ettevaatlikult; paberipakke säilitada serviti
Äratõmme on rohelise tooniga	1. Alasäritatud äratõmbe liiga kauane ilmutamine	P. 1 ja 2. Pleegitada ja ilmutada uuesti värskes ilmutis

Vead	Põhjus	Vältimine või parandamine
	2. Ülesäritatud äratõmbe üleilmutamine vanas ilmutis, mis sisaldab palju kaaliumbromiidi	
Valged ümmargused laigud ja punktid	1. Negatiiv ja fotopaber on kaetud tolmuga	1. Enne kopeerimist tolm pehme pintsliga ära pühkida
	2. Paberi hooletult ilmutisse panemise tagajärjel fotokihile jäänud õhumullid	2. Enne ilmutisse panemist paber veega märjaks teha
Mustad punktid ja laigud	1. Lahustumatute ainete olemasolu ilmutis	1. Lahus filtreerida
	2. Ilmuti-, kinnisti- ja teiste lahuste piiskade sattumine fotokihile	P. 2 ja 3. Töötada korralikumalt ja puhtamalt
	3. Valgustundliku kihi puudutamine mustade või higiste kätega	
Mustad valge äärisega punktid	Valgustundlikku kihti on sattunud metalliosakesi	On kõrvaldatavad ainult retušeerimisega
Kuplade tekkimine	1. Ilmutilahuse, kinnistilahuse ja pesuvee temperatuuri suur erinevus	1. Ühtlustada lahuste temperatuure
	2. Liiga kontsentreeritud või külm kinnistilahus	2. Pärast kinnistamist leotada 15—20 min. 10%-lises keedusoola lahuses. Seejärel toimetada harilikku pesemist
	3. Pesemine tugeva veejoa all	3. Suure surve korral kasutada veekraanil joavaigistajat
	4. Pesuvee suur õhusisaldus, mis võib olla tingitud veejoa kõrgest kukkumisest	4. Vähendada veejoa kukkumise kõrgust
	5. Hapukinnisti lahuses on liiga palju hapet	5. Kinnisti koostamisel kaaluda ja mõõta reaktiivid täpselt

Vead	Põhjus	Vältimine või parandamine
	6. Parkivkinnisti lahuses on liiga palju maarjat	6. Kui pesemisel tekivad kublad, siis asetada äratõmme lahjendatud etüülalkoholi vanni Torgata nõelaotsaga paberi tagaküljele kubla kohale auk
Emulsioon tuleb alusmaterjalilt lahti	Lahus on väga soe või liiga leelisene	Lahus jahutada ja äratõmmet parkida järgmise koostisega formaliinilahuses: Vett . . . . 500 cm^3 Formaliini, 40% . . . 5 cm^3 Soodat, veevaba . . . 2,5 g

58. FOTOGRAAFILINE SUURENDAMINE.

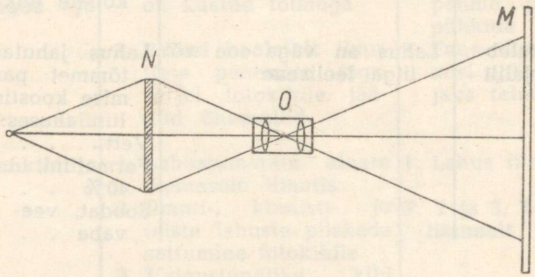
Suurendatud kujutise saamise protsess kannab nimetust „kopeerimine projitseerimise teel". Projitseerimise põhimõte on järgmine.

Negatiivi *N* (joon. 63) valgustatakse valgusallikaga *L*. Objektiiviga *O* kujutatakse negatiivi *N* läbivaid valguskiiri ekraanil *M*. Suurenduse mastaap sõltub nii objektiivi fookusekaugusest kui ka objektiivi ja ekraani vahelisest kaugusest. Suurim vastuvõetav suurendusaste oleneb:

1) fotokujutise teralisusest;
2) negatiivi teravuse astmest — mida suurem on teravus, seda suurem võib olla suurenduse mastaap;
3) fotograafilise emulsiooni eraldamisvõimest; müügil olevad plaadid võimaldavad 5—6-kordset suurendust, ilma et teravus seejuures eriti kannataks;
4) emulsioonikihi alusmaterjalile kandmise ühtlusest — sageli võib suurtel suurendustel panna tähele lainelisust.

Tavaliselt kasutatakse suurendamiseks hõbebromiidpaberit, sest hõbekloriidpaber nõuab väga pikaajalist säritamist.

Valgusallikaks võib suurendamisel olla päevavalgus või kunstlik valgusallikas (hõõglamp). Sellest olenevalt võib suurendusaparaate jaotada kahte gruppi: 1) aparaadid hajutatud päevavalgusega ja 2) aparaadid kunstliku valgusallikaga. Viimased jaotatakse omakorda: a) suunatud valgusega — kondensoriga aparaadid; b) peegeldunud valgusega aparaadid — reflektoritega suurendajad; c) hajutatud valgusega suurendusaparaadid.



Joon. 63. Projitseerimise põhimõte.

Peale selle võivad suurendusaparaadid olla kas teravustamist vajavad või automaatse teravustamisega.

Meenutame meie poolt juba varem tarvitatud tähiseid:

f — objektiivi pea-fookusekaugus;

β — lineaarne suurendus (kujutise mastaap);

S — objekti kaugus (antud juhul negatiivi) objektiivi optilisest keskpunktist;

S^1 — kujutise kaugus (paberi) objektiivi optilisest keskpunktist.

Need suurused on omavahel seotud järgmiselt:

$$S = f(1 + \frac{1}{\beta}),$$

$$S^1 = f(\beta + 1).$$

Nende valemite alusel on arvutatud lk. 204 toodud teravusseade tabel.

Toome kaks näidet nende valemite rakendamise kohta.

1. Objektiivi fookusekaugus on 15 cm. Kui kaugel peab asuma objektiiv negatiivist ja paberist, et saada 3 korda suurendatud kujutist?

Siin $f=15$ cm, $\beta=3$. Sellepärast:

$$S=15\cdot(1+\frac{1}{3})=\frac{15\cdot 4}{3}=20 \text{ cm};\ S^1=15(3+1)=60 \text{ cm}.$$

2. Suurendusaparaadi objektiivi fookusekaugus on 5 cm. Kui kõrge peab olema suurendusaparaadi vertikaalne varras, et saada suurendatud kujutist lineaarse suurendusega kuni 6?

Siin $f=5$ cm. Määrata tuleb $S+S^1$.

$$S=5\cdot(1+\frac{1}{6})=\frac{5\cdot 7}{6}\cong 6 \text{ cm};\ S^1=5(6+1)=35 \text{ cm};$$

$$S+S^1=6+35=41 \text{ cm}.$$

Seega peab varda üldine kõrgus (tagavaraga) olema 50 cm.

Suurendusaparaadi tüübist sõltub teataval määral saadava kujutise kontrastsus. Suunatud valgusega (kondensoriga) aparaadid annavad kontrastsemad kujutised kui hajutatud valgusega aparaadid.

Kondensoriga seadise kasutamisel võib kujutise kontrastsust vähendada matt- või piimklaasi asetamisega lambi ja kondensori vahele. Kõige parem on kasutada valgusthajutava klaasiga kondensor-projektoreid, sest see projitseerimisviis annab edasi, peale kontrastsuse täpsema ülekande, märksa pehmemalt ka negatiivi teralise struktuuri.

Kondensor-suurendajate paremuseks on, et nad valgusallika ühesuguse tugevuse juures annavad suuremat valgustustugevust — seega vajavad kopeerimisel märksa lühemat säritusaega — kui hajutatud valgusega suurendusaparaadid.

59. SUURENDAMISE TEHNIKA.

Suurendamisprotsess koosneb järgmistest operatsioonidest:

1) negatiivi ja ekraani valgustuse kontrollimisest — kas nad on ühetasaselt valgustatud;
2) teravustamisest;
3) säritusest.

Kondensor-suurendajate puhul peab ekraan olema ühtlaselt heledasti valgustatud, kui valgusallikas on õiges kohas. On aga mõned kohad tumedamad või on ekraanil märgata heledalt valgustatud laike, siis osutab see valgusallika valele asetusele.

Asetseb valgusallikas kondensorile liiga ligidal, siis saadakse ekraanil ringikujulised sinakad varjud ja laigud, kui aga liiga kaugel, siis punakad varjud ekraani äärtel. Saadakse punakad varjud vasakul või paremal, ülal või all, siis näitab see, et valgusallikas ei asu kondensori optilisel teljel.

Teravusseaded.

. . . . .-kordne suurendus	Lõõtsa pikkus (kaugus objektiivist negatiivini)	Kaugus objektiivist ekraanini
	(objektiivi fookusekaugustes)	
1	2,00	2,0
1,5	1,67	2,5
2,0	1,50	3,0
2,5	1,40	3,5
3,0	1,33	4,0
3,5	1,29	4,5
4,0	1,25	5,0
4,5	1,22	5,5
5,0	1,20	6,0
5,5	1,18	6,5
6,0	1,17	7,0

Enne teravustamist määratakse kindlaks objektiivi umbkaudne kaugus ekraanist. See sõltub suurenduse mastaabist. Selleks otstarbeks kasutatakse ülaltoodud tabelit.

Kõik arvud selles tabelis on väljendatud suhteliselt objektiivi fookusekaugusega. Näiteks, 1,5-kordse suurenduse saamiseks on antud järgmised arvud:

a) lõõtsa pikkus — 1,67;
b) kaugus ekraanini — 2,5.

Need arvud tähendavad, et suurendusaparaadi objektiivi puhul, mille fookusekaugus on 13,5 cm, peab lõõtsa pikkus olema 13,5 cm $\times$ 1,67 = 22,5 cm ja objektiivi kaugus ekraanist 13,5 cm $\times$ 2,5 = 33,75 cm. Niisiis selleks, et kindlaks teha vajalikku lõõtsa pikkust ja ekraani kaugust, tuleb fookusekauguse suurust korrutada tabelis toodud vastavate arvudega.

Teravustamist teostatakse järgmiselt: aparaadi telg asetatakse ristseisu ekraani pinnaga, lülitakse sisse suurendusaparaadi valgusallikas ja asetatakse suurendamisele kuuluv

negatiiv raami, emulsioonikihiga objektiivi poole. Käepärasuse pärast asetatagu negatiiv raami „jalad ülespidi", et projektsioon ekraanil oleks normaalses asendis. Seejärel nihutada objektiivi piki telge, kuni saavutatakse terav kujutis. Objektiivi on parem mitte diafragmeerida, sest sellega saavutatav teravussügavuse suurenemine kutsub paberil esile valgusallika selgema ja teravama kujutise. Peale selle põhjustab diafragmeerimine tunduvat valgustuse kaotust.

Suurendamisel sõltub säritusaeg:

a) valgusallika võimsusest:
b) objektiivi suhtelisest avast;
c) negatiivi tihedusest;
d) suurenduse mastaabist;
e) fotopaberi tundlikkusest.

Esimene ja teine tegur harilikult ei muutu, sest valgusallikas ja objektiivi suhteline ava jäävad suurendusaparaadis püsivaks. Säritusaeg on seda pikem, mida tihedam on negatiiv ja mida väiksem on fotopaberi valgustundlikkus. Kõige parem on säritusaega määrata katseliselt.

Laboratoorne töötlemine, s. t. ilmutamine, kinnistamine jne., ei erine millegagi harilikust positiivprotsessist.

Negatiivid, mida kavatsetakse suurendada, peavad olema väikese tiheduse ja kontrastsusega. Võib ka üsna tihedaist negatiividest suurendada, kuid see nõuab väga pikaajalist säritamist; sel juhul on parem negatiivi nõrgendada farmeri nõrgendajas.

Suurendatav negatiiv peab olema hästi detailirikas nii varjudes kui valgustes. Liiga kontrastseid, kuid seejuures detailseid negatiive tuleb nõrgendada ammooniumpersulfaadiga. Hõredaid, väheste detailidega negatiive pole soovitav kõvendada.

Mõistagi ei tohi suurendamisele kuuluvatel negatiividel olla kriimustusi, laike, läbipaistvaid täpikesi, tolmukübemeid jne., sest need mehaanilised defektid rikuvad kujutist suurendatuna veel enam kui kontaktkopeerimisel.

Negatiivid peavad olema laitmatult teravad.

Lõpuks, kõige olulisem tegur, millest suurendamisel sõltub maksimaalne vastuvõetav mastaap, on negatiivi teralisus. Suurendamiseks tuleb kasutada peeneteralisi negatiive, sest mida jämedam on tera, seda piiratum on suurenduse mastaap antud negatiivformaadist.

Tuleb märkida, et teralisusele mõjub ka projitseerimisviis: ilma piimklaasita kondensor-suurendajates projitseerub tera (täpsemalt — terade tombud) paberi valgustundlikule pinnale teravalt, selgelt; hajutatud valgusega suurendajates joonistuvad tera kontuurid ebateravamalt. Seega on suuri suurendusi parem teostada hajutatud valgusega.

60. POSITIIVIDE VIIMISTLEMINE.

Äratõmmetele võib anda kõrgläike, kui nad märjana asetada mingile peegelsiledale pinnale ja lasta ära kuivada.

Läikpaber annab detaile paremini edasi kui matt. Suurendades vastava töötlemisega pinna läiget, aitame esile tõsta kujutise peeni detaile. Sellest selgub, et mitte iga pildisüžee ei nõua äratõmbe pinna läike suurendamist: nii võidab portree tunduvalt, kui ta on kopeeritud matile, mitte aga läikpaberile; samal ajal peente detailidega kujutis (näiteks masina või aparaadi osad) jätab kahtlematult parema mulje, kui pildi pind on kõrgläikega.

Väga hea kõrgläike saab siledatel, eriti läikpaberitel, kuna mati või kareda pinnaga paberid selleks otstarbeks üldse ei sobi.

Peegelpinnana võib kasutada peegelklaasi või tselluloidi. Klaasi või tselluloidi pinnal ei tohi olla mingeid defekte (kriimustusi, plekke jt.), sellepärast peab pinna enne tööd hoolega üle vaatama, hästi pesema ja vatitükikesega kuivaks hõõruma. Pestud peegelklaasi tuleb hoolikalt hõõruda denatureeritud piiritusega.

Puhastatud klaasi pind hõõrutakse sisse järgmise seguga:

Bensiini	100 cm³
Valget vaha (või puhast parafiini) .	1 g

Bensiinilahusega tuleb hõõruda seni, kuni klaasile ei jää enam vööte. Seejärel pannakse märg äratõmme klaasile ja surutakse käega ligi. Kui paberi alla jäävad õhumullid, siis tuleb paber ära võtta ja uuesti peale panna. Seejärel surutakse pilt kummirulli abil tihedalt klaasi külge. Enne rullimist tuleb asetada pildile kas filterpaber või linane riie. On äratõmbed täiesti kuivanud, löövad nad enamasti ise lahti. Vastasel korral tuleb algul äratõmbe üks serv noaga ettevaatlikult üles kergitada ja seejärel eraldada äratõmme klaasi pinnalt.

Niiviisi täielikult kuivanud äratõmme on ühtlase kõrgläikega kogu pinna ulatuses; kui aga esinevad matid laigud, siis näitab see, et paber ei olnud klaasi külge ühtlase tihedusega kinni rullitud. Selline äratõmme tuleb uuesti märjaks teha ja varem-kirjeldatud viisil kinni rullida.

Kuivad äratõmmete servad tuleb lõigata vastavalt soovitud formaadile.

61. TOONIMINE.

Fotograafiliste kujutiste toonimine on positiivi töötlemise protsess, mille tulemusena muutub kujutise värvus. Sellega taotellakse peamiselt esteetilisi eesmärke. Mõnikord kasutatakse toonimist positiivi või negatiivi puuduste parandamiseks.

Toon tuleb valida vastavalt süžee sisule. Näiteks ei või portreed toonida roheliseks või helesiniseks; see ainult rikub ülesvõtet. Seevastu portreele pruuni või punakaspruuni tooni andmine võib tema kvaliteeti tunduvalt parandada ning muuta pildi hoopis meeldivamaks. Siniseks võib toonida suuri veekogusid ja taevast kujutavaid pilte. Ka mägestikuvõtted võidavad mõnikord siniseks toonimise läbi. Sinakas-roheliseks on sobiv toonida vett kujutavaid pilte; suuri rohelisi massiive — roheliseks. Pruunid varjundid sobivad peaaegu iga tüüpi motiividele. Üldiselt aga ei ole võimalik pildi tooni määramiseks mingit kindlat nõu anda, sest selles küsimuses etendab väga tähtsat osa fotograafi maitse ja kunstimeel.

Toonimise põhimeetodeid võib jaotada otsesteks ja kaudseteks.

Otsesed meetodid on need, mis võimaldavad kujutist värvida vahetult ühes staadiumis ja ühes lahuses; selles seisab nende käsitsemise mugavus. Nende puuduseks on aga see, et nad ei võimalda värvuse tooni reguleerimist.

Kaudseteks nimetatakse meetodeid, mis nõuavad kujutise pleegitamist ja sellele järgnevat toonimist, ilmutamist või värvimist orgaaniliste värvainetega. Pleegitamisprotsess seisab kujutise metallilise hõbeda muutmises vajalikuks soolaks, näiteks ferrotsüaanhõbedaks, ferrotsüaanpliiks, hõberodaniidiks või hõbeda halogeensoolaks. Pleegitatud kujutise värvimist teostatakse mitmesugustes lahustes. Toonimise kaudsed meetodid põhinevad peaasjalikult kahe, harvem kolme lahuse tarvitamisel.

Otsese toonimisega võib saavutada pruune, punakaspruune, siniseid, rohelisi ja teisi värvusi. Kujutise värvus sõltub toonijasse viidavatest põhiainetest, ja nimelt:

1) uranüülnitraat annab punakaspruuni ja pruuni värvuse;
2) vasksulfaat annab punakaspruuuni ja pruuni värvuse;
3) kolmevalentse raua soolad — raud-ammooniummaarjas, raud-ammooniumtsitraat ja raud(III)kloriid annavad sinise värvuse;
4) naatriumsulfiid annab pruuni värvuse, või nagu öeldakse „seepia tooni";
5) seleeniühendid — punakaspruuni värvuse;
6) kuldkloriid — pruuni kuni violeti värvuse;
7) vanaadiumiühendid — rohelise värvuse;
8) orgaanilised värvained — igasuguseid värvusi.

Otseste meetodite järgi võib toonida hõbebromiid- ja hõbekloriidpabereid, diapositiive ja kopeerimis- (päevavalguse-) pabereid. Nende moodustega võib saada kõige mitmekesisemaid värvusi.

Kaudseid meetodeid võib liigitada protsessi esimeses staadiumis — pleegitamisel — tekkivate ainete järgi.

I. Ferrotsüaanhõbe — tekib punase veresoolaga pleegitamise tulemusena. Selle meetodi järgi võib teises staadiumis (toonimisel) saada järgmisi värvusi:

1) pruuni värvuse annavad naatriumsulfiid ja tiokarbamiid;
2) sinise värvuse — raud(III)kloriid ja raud-ammooniummaarjas;
3) punakaspruuni ja pruuni värvuse — uranüülnitraat;
4) helepunase (purpurse) värvuse — nikkelnitraat dimetüülglüoksüüliga;
5) punakaspruuni värvuse — seleeniühendid;
6) kõikvõimalikke värvusi — orgaanilised värvained.

II. Ferrotsüaanpliihõbe — tekib punase veresoola ja pliinitraadiga pleegitamise tulemusena. Selle meetodi järgi võib saada järgmisi värvusi:

1) mustjaspruuni värvuse — naatriumsulfiidiga;
2) rohelise värvuse — raud-ammooniummaarja ja kaaliumdikromaadiga;
3) kollase värvuse — kaaliumdikromaadiga;
4) salatrohelise värvuse — koobaltkloriidiga;
5) punakaspruuni värvuse — vasksulfaadiga;
6) punakaspruuni värvuse — uranüülnitraadiga.

III. Hõberodaniid — tekib kujutise metallilise hõbeda pleegitamise tagajärjel rodaanühenditega. Seda pleegitamismeetodit kasutatakse orgaaniliste värvainetega toonimisel.

IV. Hõbeda halogeensool — tekib oksüdeerija ja kaaliumbromiidi sisaldusest pleegitavas lahuses. Selle meetodi järgi võib saada pruuni värvuse, kui toonida naatriumsulfiidiga või seleeniühenditega.

Nõuded must-valge positiivi suhtes.

Kujutise värvuse iseloomule mõjub väga tunduval määral fotopaberi tüüp. Toonimisele kuuluvad positiivid peavad olema väga hoolikalt välja töötatud. Põhilisteks tingimusteks on: a) õige säritusaeg ja normaalne ilmutamine; b) looristuse puudumine ja c) hoolikas kinnistamine ja pesemine. Hästiilmutatud ja valguste ning varjude täieliku gradatsiooniga äratõmme on eeltingimuseks, et saada rahuldava värvusega positiivi.

Ala- ja üleilmutatud ning kollase looristusega äratõmbed ei kõlba toonimiseks, sest nad annavad ebapuhtaid värvusi ja ebameeldivaid varjundeid.

Mõned toonivlahused nõrgendavad või kõvendavad kujutist. Niisugusel juhul tuleb positiivi normaalsest vastavalt vähem või rohkem ilmutada, vältides esimesel juhul detailide puudulikku läbitöötamist ja teisel — looristuse tekkimist.

Järgmiseks nõudeks positiivile on looristuse puudumine; äärmisel juhul võib ta esineda minimaalsel määral. Selle nõude tingib asjaolu, et meie silm on värvivarjundite suhtes tundlikum kui mustvalge gradatsiooni suhtes. Selle tõttu ei tohi olla valgustes looristumist, muidu omandavad nad pärast toonimist ebameeldiva värvuse. Nõrga looristuse korral on soovitav positiivi selgustada tugevasti lahjendatud farmeri nõrgendajas.

Positiivide halb kinnistamine ja puudulik pesemine põhjus-

tavad toonimisel laikude tekkimist. Seetõttu on soovitav kinnistamist toimetada värskelt valmistatud hapukinnistis ja mitte vähem kui 15 minutit. Pesema peab voolavas vees umbes üks tund.

Toonitud pilt on väga tundelik leeliste ja hapete toimele. Kui toonitud piltide kleepimiseks kasutada müügil olevaid liime, siis võivad need pilte rikkuda. Seepärast tuleb toonitud pilte kleepida järgmise liimiga:

I.	Vett, keedetud	90 cm^3
	Želatiini	40 g
II.	Vett	10 cm^3
	Tärklist	7 g

Esimene lahus valatakse teise 70° C temperatuuri juures.

62. TOONIMINE ANORGAANILISTE SOOLADEGA.

Pruuniks toonimine.

Kaudne toonimine sulfiididega erineb otsesest toonimisest oma lihtsuse poolest. Ta põhjeneb kujutise hõbeda eelneval pleegitamisel, mille tulemusena metalliline hõbe muutub hõbeda halogeensoolaks (harilikult hõbebromiidiks). Viimane läheb sulfiidide toimel üle hõbesulfiidiks, millest tingituna kujutis omandab meeldiva pruuni värvuse. Kõige tarvitatavam on naatriumsulfiid ja väävelrusk; samuti soovitatakse tiokarbamiidi ehk tiokusiainet.

Kaudse meetodi järgi toonimine sulfiidide abil esitab mustvalgele positiivile kõrgeid nõudeid: häid tulemusi saadakse ainult õige säritusaja ja normaalse ilmutamise korral. Peale selle sõltub kujutise värvus paberi sordist: hõbebromiidpaberid annavad sooja pruunikasmusta tooni, hõbekloriidbromiidpaberid — kollakaspruuni varjundi.

Kinnistama ja pesema peab piinliku hoolega, sest hüposulfiti olemasolu kihis põhjustab laikude tekkimist.

Pleegitavate lahustena tarvitatakse harilikult punase veresoolaga pleegitajaid; need on töötamisel kõige püsivamad.

Kuivi pilte peab enne pleegitamist 5—8 minutit vees leo-

tama, muidu ei toimu pleekimine ühtlaselt. See märkus kehtib kõigi pleegitajate kohta.

Punase veresoolaga pleegitaja.

Vett	kuni 100 cm^3
Punast veresoola	4 g
Kaaliumbromiidi	4 g

Töölahuse koostamiseks tuleb võtta 1 osa varulahust ja 1 osa vett.

Pilti pleegitatakse lahuses kuni kujutise täieliku kadumiseni, mis toimub poolteise-kahe minuti jooksul. Pleegitatud pilti pestakse vees, kuni kaob kollane toon, ja seejärel toonitakse. Halvasti pestud pildid annavad ebapuhtaid toone või kattuvad plekkidega.

Toome veel ühe pleegitava lahuse variandi:

Vett	kuni 1000 cm^3
Kollast veresoola	50 g
Kaaliumbromiidi	10 g
Soodat, veevaba	17 g

Tooniva ainena tarvitatakse naatriumsulfiidi, väävelrusku, baariumsulfiidi, ammooniumsulfiidi, šlippe soola ja tiokarbamiidi. Kõige enam tarvitatakse toonimiseks naatriumsulfiidi.

Pärast pleegitatud piltide pesemist võib neid toonida järgmises lahuses:

Vett	100 cm^3
Naatriumsulfiidi	3 g
Naatriumsulfitit, kristallilist	10 g

Lahus peab olema värvusetu, mistõttu on eelistatavam keemiliselt puhta naatriumsulfiidi kasutamine. Tehnilise naatriumsulfiidi lahus on alati värviline, kuid keemiliselt puhta soola puudumisel võib kasutada ka tehnilist produkti. Ulaltoodud lahuste kogustes võib toonida 30—35 äratõmmet suurusega 9 × 12 cm. Kui paber kaldub kuplade tekitamisele, siis tuleb äratõmbeid enne toonimist parkida 2%-lises formaliinilahuses.

Toonimisele järgneb hoolikas pesemine voolavas vees 15—20 minuti jooksul.

Naatriumsulfiidi võib asendada sama hulga ammooniumsulfiidiga või 4 g baariumsulfiidiga. Kui tooniva ainena kasutatakse šlippe soola, siis võetakse selle 2%-line lahus.

Toonimisele kuuluvad positiivid peavad olema normaalselt kopeeritud. Ülekopeeritud positiividel saadakse sügavam värvus, alakopeeritutel — heledam.

Must-valgete positiivide kinnistamine ja pesemine peavad olema hoolikalt läbi viidud.

Kui soovitakse saada sügavamat pruuni tooni, võib tarvitada eelnevat sulfureerimist; selleks asetatakse äratõmme üheks minutiks toonivasse lahusesse kuni pleekumiseni. Seejärel pestakse äratõmmet vees 5 minutit. Pestud äratõmmet pleegitatakse ja toonitakse harilikul viisil.

Pruune ja punakaspruune värvusi võib saada ka uraani sooladega toonimisel. Nende sooladega võib toonida nii otsese kui ka kaudse meetodi järgi. Esimene meetod on laiemalt tarvitusel.

Värviliste kujutiste saamisel on põhiaineteks uranüülnitraat ja punane veresool. Ent toonija, mis koosneb ainult nende ainete lahustest, töötab väga halvasti, seepärast täiendatakse lahust rea ainetega, ja nimelt: ammoonium- või kaaliumoksalaadiga, oksaalhappega, kaaliumtsitraadiga, senjeti (Seignette'i) soolaga, kaalium-alumiiniummaarjaga, sool-, viin- või sidrunhappega.

Uraantoonijad on väga ebapüsivad ning neid peab igakord uuesti valmistama. Kuna need toonijad kujutist kõvendavad, siis peab äratõmmet nõrgalt ilmutama. Peaaegu kõik uraanlahused värvivad valgusi, seepärast peab alati pärast toonimist tarvitama selgustusvanni.

Meeldiv pruun värvus saadakse toonijas, mis koosneb järgmistest varulahustest:

I.	Vett	50 cm³
	Uranüülnitraati	0,5 g
II.	Vett	50 cm³
	Punast veresoola	0,5 g
III.	Jäist äädikhapet	100 cm³

Enne toonimist segatakse need varulahused järgmistes vahekordades ja järjekorras:

I lahust . . . . . 50 cm^3
III lahust . . . . . 10 cm^3
II lahust . . . . . 50 cm^3

Toonimine kestab 5—7 minutit. Sellele järgneb 18—20-minutiline pesemine jooksvas vees. Värvunud valgused selgustatakse järgmises lahuses:

Vett . . . . . 100 cm^3
Hüposulfitit . . . . . 2,5 g
Kaaliummetabisulfitit . . . . . 1 g

Pärast selgustavat lahust järgneb lõplik pesemine.

Tumepruuni värvuse saamiseks soovitatakse järgmist toonivlahust:

Uranüülnitraati . . . . . 0,5 g
(või tema 10%-list lahust 5 cm^3)
Punast veresoola . . . . . 0,2 g
(või tema 10%-list lahust 2 cm^3)
Kaaliumoksalaati, neutraalset . . . . 0,5 g
(või tema 10%-list lahust 5 cm^3)
Soolhapet, 10%-list . . . . . 10 cm^3
Vett . . . . . kuni 100 cm^3

Ained peavad olema väga täpselt kaalutud, muidu ei anna toonija soovitavaid tulemusi. Seepärast on parem koostada toonija 10%-lise varulahusena.[1]

Toonimisprotsess kestab umbes kaks minutit. Sellele järgneb pesemine. Valgused peavad vees selgustuma. Toonija kõvendab kujutist tugevasti.

Punakaspruuni värvuse saamiseks soovitatakse järgmist toonivlahust:

Uranüülnitraati . . . . . 1,5 g
(või tema 10%-list lahust 15 cm^3)
Punast veresoola . . . . . 0,6 g
(või tema 10%-list lahust 6 cm^3)
Oblikhapet . . . . . 0,9 g
(või tema küllastunud lahust 13 cm^3)
Bertolee soola . . . . . 0,25 g
(või tema 5%-list lahust 5 cm^3)
Vett . . . . . kuni 1000 cm^3

Toonimisprotsess kestab 1—1,5 minutit, pesemine 15—20 minutit.

---

[1] 10%-line lahus valmistatakse järgmiselt: võetakse 60—70 cm^3 vett ja lahustatakse selles 10 g ainet; seejärel lisatakse vett kuni lahuse maht on 100 cm^3.

Siniseks toonimine.

Otsene toonimine rauaga annab berliini sinise tekkimise tagajärjel sinise ja taevasinise värvuse. Toonivlahuste põhiaineteks on punane veresool, raud-ammooniumtsitraat ja raud-ammooniummaarjas. Toonimisel toimub küllalt keerukas reaktsioon, mille tulemusena kujutise metalliline hõbe läheb üle ferrotsüaanhõbedaks ning tekib äratõmmet värviv berliini sinine. Nii on põhilisteks sinist värvust andvateks aineteks raua soolad ja ferritsüaankaalium.

Toonijat aga ei kasutata niisugusel lihtsal kujul; tuleb veel lisandada hapet ja mitmesuguseid aineid, mis soodustavad puhtate värvuste saamist ja teevad lahuse töö stabiilseks. Selliste ainetena tarvitatakse: sool-, viin-, boor- või sidrunhapet, ammoonium- või kaaliumoksalaati, oblikhapet, kaaliumtsitraati ja kaalium-alumiiniummaarjat.

Tuleb meeles pidada, et rauaga toonitud kujutis on väga tundlik leelise toime suhtes. Berliini sinine laguneb iga leelise toimel. Raudtoonijad säilivad valmissegatuna üsna halvasti, seepärast tuleb nad igakord uuesti valmistada.

Toome kaks praktiliselt äraproovitud otsetoonimise retsepti:

I.	Vett	kuni 100 cm³
	Punast veresoola	0,4 g
	Raud-ammooniumtsitraati . .	0,4 g
	Viinhapet	1,4 g

Toonimisele kuuluv positiiv peab olema pisut alakopeeritud, sest toonija kõvendab kujutist mõnevõrra. Positiivide kinnistamist ja pesemist peab toimetama suurima hoolega.

Enne toonimist tuleb äratõmbeid leotada. Toonimisprotsess kestab 3—5 minutit. Pärast toonimist pestakse äratõmbeid jooksvas vees 10—15 minutit. Pesemisel valgused selguvad ja muutuvad täiesti valgeks.

Ulaltoodud lahuses võib toonida 20 äratõmmet suurusega 9 × 12 cm.

II.	Vett	100 cm³
	Punast veresoola . . . . . (10%-list lahust)	2 cm³
	Kaaliumtsitraati . . . . . (10%-list lahust)	2 cm³
	Soolhapet . . . . . (10%-list lahust)	5 cm³

Kaalium-alumiiniummaarjat (10%-list lahust)	5 cm³
Raud-ammooniummaarjat (10%-list lahust)	2,5 cm³

Selles retseptis võib soolhappe asendada 5 cm³ 10%-lise boorhappelahusega. Toonimisele kuuluvad positiivid peavad olema normaalselt kopeeritud, hoolikalt kinnistatud ja pestud. Enne toonimist tuleb äratõmbeid leotada. Soolhappega lahuses kestab toonimisprotsess 2—3 minutit, boorhappega aga 10—12 minutit. Esimeses lahuses võib töödelda 10—12 pilti suurusega 9 × 12 cm, teises (boorhappega) — 4—5 pilti. Toonimisele järgneb pesemine, mille jooksul toimub ka valguste selgustamine.

Nii esimese kui ka teise retsepti järgi tuleb ained lahustada vees, mille temperatuur on 18—20° C, sest kõrgema temperatuuri juures hakkab berliini sinine välja langema ning toonija muutub kõlbmatuks.

Rauaga toonimine eelneva pleegitamisega on painduvam kui otsene toonimine ja võimaldab saada positiive helesinisest kuni tumesinise värvuseni. Mida lühemat aega pleegitatakse, seda heledam värvus saadakse.

Väga häid tulemusi annab järgmine retsept:

Pleegitavlahus.

Vett	90 cm³
Punast veresoola	2,5 g
Ammooniumhüdroksüüdi, 10%-list	10 cm³

Pleegitamist toimetatakse 3—4 minutit, sellele järgneb hoolikas pesemine jooksvas vees 15—20 minuti kestel.

Toonivlahus.

Vett	100 cm³
Raud-ammooniummaarjat	2 g
Kaaliumbromiidi	1 g
Soolhapet, 10%-list	3 cm³

Toonimisprotsess kestab 2—2,5 minutit. Valguste selgustamist toimetatakse jooksvas vees 10—15 minutit. Pildid omandavad puhtate värvustega sügavsinise tooni. Toonitavad positiivid peavad olema pisut alakopeeritud, kuna toonija kujutist mõnevõrra kõvendab.

Nimetatud retsepti järgi koostatud lahuses võib toonida 20—25 positiivi, suurusega 9 × 12 cm.

Kollaseks toonimine.

Pliisooladega toonimine annab kollase värvuse. See viis nõuab eelnevat pleegitamist ühes järgnevatest lahustest:

Pleegitavlahus.

Vett	100 cm^3
Jäist äädikhapet	2,5 cm^3
Plii-nitraati	1,5 g
Punast veresoola	1 g

Jäise äädikhappe puudumisel võib teda asendada äädikaessentsiga kahekordses koguses.

Võib kasutada ka teist retsepti:

Vett	100 cm^3
Plii-nitraati	7 g
Punast veresoola	7 g

Eelnevalt ülesleotatud äratõmbeid pleegitatakse kuni kujutise täieliku kadumiseni. Pärast pleegitamist tuleb neid jooksvas vees hoolikalt pesta ja viia mõneks minutiks toonivlahusesse.

Toonivlahus.

Vett	100 cm^3
Kaaliumdikromaati	0,5 g
Ammooniumhüdroksüüdi, 25%-list, — kuni lahuse värvus muutub helekollaseks.	

Ammooniumhüdroksüüdi tuleb lisada tilgaviisi, mille tagajärjel oranž värvus läheb aegamööda üle helekollaseks. Kui värvuse muutumine lakkab, siis on lahus kõlblik toonimiseks.

Toonimisel omandab äratõmme helekollase värvuse. Äratõmbed peavad olema veidi alakopeeritud, kuna toonija kõvendab kujutist. Erilist tähelepanu tuleb pöörata sellele, et ei oleks looristumist, sellepärast on soovitav positiivi enne toonimist selgustada farmeri nõrgendajas.

Kõnesoleva toonimisviisi puuduseks on tugev valguste värvuvus; värvus pestakse maha 1%-lises hüposulfiti lahuses. Lõplik pesemine vees kestab 10—15 minutit. Valguste kollane

värvus ei eemaldu mõnikord hüposulfitis ja vees; niisugusel juhul teostatakse selgustamist 0,5%-lises sööbeleelise või 10%-lises ammooniumhüdroksüüdi lahuses. Pärast selgustamist pestakse äratõmmet uuesti vees.

Roheliseks toonimine.

See on kaudne toonimisviis. Ta annab rohelise värvuse berliini sinise (sinine värvus) ja plii-kromaadi (kollane värvus) üheaegse tekkimise tagajärjel. Teatavasti annab sinise ja kollase värvuse ühendamine rohelise värvuse.

Pleegitamist teostatakse järgmises lahuses:

Vett	100 cm³
Plii-nitraati	1,5 g
Punast veresoola	1 g
Lämmastikhapet, 10%-list	1 cm³

Eelnevalt vees leotatud äratõmmete pleegitamist toimetatakse 4—5 minutit. Sellele järgneb pesemine kuni värvuse täieliku kadumiseni.

Toonimist teostatakse lahuses:

Vett	100 cm³
Raud-ammooniummaarjat	1 g
Kaaliumdikromaati	0,5 g
Kaaliumbromiidi	0,5 g

Toonimine kestab 3 minutit ja sellele järgnev pesemine 5 minutit. Toonitud kujutisel on alati kollane varjund, mida aga on kerge kõrvaldada töötlemisega lahuses:

Vett	100 cm³
Lämmastikhapet, 10%-list	5 cm³

Kolletus kaob mõne minuti järel ning äratõmbe värvus muutub heleroheliseks ja valgused — puhtaks.

Must-valged positiivid peavad olema töödeldud samuti kui kollaseks toonimisel.

Toonimine koobaltkloriidiga annab kahvaturohelise, nõndanimetatud salatrohelise värvuse. Et toonimisel kujutis tugevasti nõrgeneb, siis tuleb äratõmmet pisut ülekopeerida ja tugevasti ilmutada.

Pleegitavlahus.

Vett	100 cm^3
Punast veresoola	7 g
Plii-nitraati	4,5 g

Eelnevalt vees leotatud positiivide pleegitamist toimetatakse kuni kujutise täieliku kadumiseni. Siis tuleb hoolikalt pesta, sest puuduliku pesemise puhul toimub valguste värvumine.

Toonivlahus.

Vett	100 cm^3
Koobaltkloriidi	2 g
Soolhapet, 10%-list	10 cm^3

Toonimine toimub 2—3 minutit. Pärast toonimist tuleb tingimata pesta. Kui toonivlahusele ei lisata soolhapet, siis kulgeb toonimine aeglasemalt ja kujutise toon saadakse kahvatum.

Punaseks toonimine.

Vasesooladega toonimine annab positiivseid tulemusi ainult otsese meetodiga. Kujutise värvumine on tingitud ferritsüaanvase tekkimisest reaktsiooni tagajärjel, mis toimub kujutise hõbeda, punase veresoola ja vasksulfaadi vahel.

Enne toonimist tuleb positiive vees leotada. Toonimist toimetatakse lahuses, mis annab punakasvioleti värvuse:

Vett	100 cm^3
Kaaliumoksalaati	5 g
Vasksulfaati	0,5 g
Punast veresoola	0,4 g
Kaaliumkarbonaati (potast)	0,4 g

Ainete lahustamisel võib tekkida nõrk sadestis, mis mõne tilga ammooniumhüdroksüüdi lisamisel kohe lahustub. Lahuse värvus peab olema sinakasroheline.

Kaaliumoksalaadi võib asendada sama suure hulga ammoonium- või naatriumoksalaadiga.

Toonimisprotsess kestab 7—15 minutit (esimesed pildid omandavad vajaliku tooni kiiremini kui viimased).

Selles toonivlahuses võib töödelda 15 pilti suurusega 9×12 cm. Pärast toonimist tuleb jooksvas vees pesta 15—20 minutit. Selle aja jooksul peavad valgused täielikult selgustuma.

Et toonija kujutist mõnevõrra nõrgendab, peavad toonitavad pildid olema tugevasti ülekopeeritud.

Tumepunaste värvuste saamiseks soovitatakse järgmist retsepti:

I.	Vett	95 cm³
	Vasksulfaati	0,65 g
	Kaaliumtsitraati	2,70 g
II.	Vett	95 cm³
	Punast veresoola	0,55 g
	Kaaliumtsitraati	2,70 g

Enne tarvitamist segatakse mõlemad lahused võrdsetes hulkades. Toonimine kestab 3—5 minutit, kusjuures kujutis omandab helepunase, telliskivi varjundiga värvuse. Tumepunaste toonide saamiseks pestakse toonitud pilte vees 10—15 minutit ja asetatakse lahusesse:

Vett	95 cm³
Vasksulfaati	5 g
Naatriumkloriidi	2 g

Soolhapet, kontsentreeritud 15—17 tilka.

Toonitud pildid loputatakse vees ja asetatakse mõneks minutiks 1%-lisse hüposulfiti lahusesse. Sellele järgneb lõplik pesemine (10—15 minutit) kuni valguste puhastumiseni värvusest.

Toonimisele määratud positiivid peavad olema normaalselt ilmutatud, hästi kinnistatud ja pestud.

Kujutise kirsspunaseks toonimist võib teostada ka nikkeldimetüülglüoksiimi (purpurivärvilise aine) tekkimise tõttu. Niisuguseks toonimiseks määratud pildid peavad olema normaalselt ilmutatud. Kui soovitakse saada intensiivsemat punast tooni, siis tuleb pilti ülekopeerida.

Enne pleegitamist tuleb pilte vees leotada. Et pleegitav lahus on väga ebapüsiv, siis tuleb ta valmistada varulahustest vahetult enne tarvitamist.

Varulahused.

I.	Vett	100 cm³
	Kaaliumtsitraati	20 g
II.	Vett	100 cm³
	Nikkelkloriidi	3,5 g
	Formaliini	5 cm³

III. Vett	100 cm³
Punast veresoola	10 g

Kui pildid on leotatud, valmistatakse pleegitavlahus:

I varulahust	45 cm³
II varulahust	45 cm³
III varulahust	15 cm³

Varulahused tuleb kokku valada retseptis näidatud järjekorras. Pleegitamine toimub 1,5—2 minutit, sellele järgneb pesemine (15—20 minutit) jooksvas vees ja siis toonimine. Nimetatud pleegitavas lahuses võib töödelda 4—5 pilti suurusega 9 × 12 cm.

Toonivlahus.

Vett	100 cm³
Nikkeldimetüülglüoksiimi . .	1,5 g
Naatriumhüdroksüüdi . . .	1,5 g

Tingituna dimetüülglüoksiimi halvast lahustuvusest, valmistatakse toonivlahus järgmiselt: lahustatakse 1,5 g naatriumhüdroksüüdi 50—60 cm³ soojas vees (60—70° C), pärast selle lahustumist puistatakse sisse dimetüülglüoksiim, seejuures lahust pidevalt segades. On dimetüülglüoksiim lahustunud, täiendatakse veehulka kuni 100 cm³-ni, lahus jahutatakse kuni 20° C ja siis alatakse toonimist. Toonimine kestab 2—3 minutit, seejärel pestakse pilte vees 15—20 minutit, kuni valgused omandavad puhta valge tooni.

Selles toonivlahuses võib töödelda kuni 15 pilti suurusega 9 × 12 cm.

63. TOONIMINE ORGAANILISTE VÄRVAINETEGA.

Orgaaniliste värvainetega (aniliinvärvidega) toonimine sobib peaasjalikult diapositiividele. Paberpiltide toonimine on seotud suurte raskustega, milledest peamiseks on värvainete halb väljapestavus želatiinist ja paberist.

Toonimisprotsessi käik:

1. Pleegitamine pleegitamislahuses.
2. Vahepealne pesemine.
3. Toonimine.

4. Toonitud pildi pesemine.

5. Valguste täielik selgustamine kaaliumpermanganaadi lahuses.

6. Kujutise selgustamine naatriumbisulfitiga.

7. Lõplik pesemine.

Sellele toonimisviisile pandi alus Christianseni töödega. Tema retseptuuri täiendasid Lumière ja Seyewetz ning parandasid Namias ja Chalkley. Ent käesoleva teose autori ja S. V. Tšehhonina ühised uurimused näitasid, et eespool nimetatud autorite retseptide järgi valmistatud lahused säilivad halvasti. Nende uurimuste tulemusena töötati välja pleegitaja retsepti püsivam koostis, ja nimelt:

Vett	kuni 1000 cm^3
Vasksulfaati	5 g
Kaaliumtsitraati	50 g
Jäist äädikhapet	20 cm^3
Amooniumrodaniidi	20 g

Suure tähtsusega on ainete lahustamise järjekord. Alguses tuleb väheses vees (100—150 cm^3) lahustada vasksulfaat; lahustumise kiirendamiseks võib vett vähe soojendada. Pärast vasksulfaadi täielikku lahustumist lisatakse kaaliumtsitraat ja jäine äädikhape. Seejärel lisatakse (lahust segades) ettevaatlikult ammooniumrodaniidi lahus. Teistsuguse lahustamise järjekorra juures tekib otsemaid sadestis, mis tugevasti mõjutab lahuse pleegitavat toimet.

Orgaaniliste värvainetega toonimisel omab suurt tähtsust pleegitamise aste nimetatud lahuses pleegitamisel:

a) kui pleegitamist teostada täielikult, s. o. kuni kujutise kadumiseni, siis poolvarjud taastuvad toonimisel raskesti ning saadakse väga kontrastne kujutis; värvained on valguslaikudelt raskesti mahapestavad;

b) kui pleegitamist toimetada ainult kuni nõrkade poolvarjude kadumiseni (kusjuures pleegitatava pildi üldvärvus peab olema helepruun), siis teostub kujutise toonimine proportsionaalselt tema tihedusele; valgused on kergesti pestavad ja detaile ei lähe kaduma peaaegu üldse.

Pleegitatud pilte pestakse vees 30 minutit ja seejärel asetatakse nad klaasile kujutisega ülespoole. Pilt kuivatatakse filterpaberiga ja kaetakse värvainega. Viimane kantakse pildile pints-

liga või vatitopiga. Pilte ei tohi lahusesse asetada, sest sel juhul värvub aluspaber väga tugevasti ja värvaine kõrvaldamine temast on raske.

Toonivate värvainetena võib kasutada järgnevaid:

Roheline värvus.

Vett	100 cm³
Malahiitrohelist	0,4 g
Äädikhapet, 10%-list	1 cm³

Helesinine värvus.

Vett	100 cm³
Metüleensinist	0,4 g
Äädikhapet, 10%-list	1 cm³

Violetne värvus.

Vett	100 cm³
Kristall-violetti	0,4 g
Äädikhapet, 10%-list	1 cm³

Toonimisprotsess kestab 2—3 minutit. Seejärel pestakse pilti jooksvas vees kuni valgused enam värvi välja ei anna. Eelpesemine kestab 20—30 minutit. Lõplik valguste selgustamine toimub lahuses:

Vett	250 cm³
Kaaliumpermanganaati	1,2 g
Väävelhapet, kontsentreeritud	0,5 cm³

Kaaliumpermanganaadi pruunikas värvus pestakse väija 15%-lises naatriumbisulfiti lahuses. Bisulfitivannile järgneb 30-minutine pesemine ja seejärel kuivatamine.

Väga vähe on anorgaanilisi ühendeid, mis võimaldavad värviliste fotograafiliste kujutiste saamist paberil. Peale selle on sel teel saadavate värvuste valik väike; igal juhul nendega ei kattu nähtavate värvuste skaala. Teame juba, et mõned anorgaanilised ühendid, näiteks ferritsüaanhõbe võib esineda pleegitajana orgaanilistele põhitoonijatele. Sellepärast, kui kujutise hõbe on mõningal määral hapendunud ferritsüaanhõbedaks ja selle järel töödelda neid äratõmbeid mingisuguse põhitoonijaga, siis võib selle pleeklahuse abil saada üsna meeldiva välimuse ja värvusega kujutise.

Positiivide töötlemine hapus ferritsüaankaaliumi lahuses

võimaldab küllalt hea ferritsüaanpleegitaja saamist. Ent selle lahuse liiga pikaajaline toime rikub ferritsüaanhõbeda pleegitavat võimet. Määratu suurt tähtsust omab siin ferritsüaanhõbeda dispersiooniaste (s. t. tema osakeste suurus želatiinis). Uranüülnitraadi viimisel pleeklahusesse sadestub ferritsüaanhõbeda tekkimisprotsessis tema osakestele ferritsüaanuranüül. Selle sadestise tekkimisega käib kaasas kujutise tooni muutumine. Uranüülsoola pruuni sadestise tekkimine, s. t. kujutise tooni nimetatud muutumine on indikaatoriks, mis näitab positiivfilmi või -paberi pleeklahusest väljavõtmise vajadust. Seega, niipea kui must hõbedane kujutis hakkab värvuselt pruuniks muutuma, peab töötlemise lõpetama. See värvuse muutuse algus on küllaldase ferritsüaanhõbeda tekkimise tunnuseks. Ferritsüaanhõbe osutub põhitoonijate aktiivseks adsorbendiks. Kestab aga töötlemine seevõrd kaua, et värvus muutub liiga märgatavaks, siis on pleegitamise tulemused puudulikud.

Uraanpleegitaja.

Uranüülnitraati	8 g
Oblikhapet (kristallilist) .	4 g
Ferritsüaankaaliumi . .	4 g
Vett	kuni 1000 cm^3

Algul tuleb väheses vees lahustada uranüülnitraat (52°); seejärel lahustada eraldi oblikhape ja saadud lahus filtreerida, siis lisada happe lahus uranüülnitraadi lahusele. Punane veresool lahustatakse samuti eraldi, ja kui saadud lahus on läbipaistev ning puhas, lisatakse see uranüülnitraadi oblikhapule lahusele. Kui punase veresoola lahus osutub läbipaistmatuks, siis tuleb ta filtreerida.

Seda lahust võib kasutada ka uraantoonijana. Sel juhul tuleb varulahust veega lahjendada vahekorras 1 : 2. Sõltuvalt töötlemisaja suurendamisest läheb kujutise toon šokolaadpruunist üle pruuniks kuni telliskivipunaseks. Äratõmmet võib vannist välja võtta igal momendil. Pesemist peab toimetama kuni valguste täieliku selgustumiseni; harilikult kulub heledate valguste värvituks muutmisele 10—15 minutit.

Uraanpleegitaja kasutamine orgaaniliste värvainete puhul. Pleegitaja töölahuse koostamiseks tuleb 1 osa ülaltoodud lahust lahjendada 4 osa veega. Õige koostamise puhul saadakse täiesti läbipaistev helekollane lahus.

Varu- ja töölahuseid ei tohi valguse kätte jätta kauemaks, kui see on töötamiseks tingimata vajalik.

Hästi pestud äratõmbed asetatakse töölahusesse ja töödeldakse neid, kuni saadakse nõrga šokolaadipruuni varjundiga kujutis. Sel hetkel peab töötlemise tingimata katkestama — pikemaajalisel töötlemisel muutub kujutise orgaanilistest värvainetest koosnev toon ebameeldivaks.

Värske lahuse tarvitamisel kestab pleegitamine 1,5—2 minutit; varem tarvitusel olnud lahuse kasutamisel kestab töötlemine kauem. Aeg-ajalt võib lahust värskendada, lisades vähesel hulgal kontsentreeritud varulahust.

Ühes liitris pleegitavas töölahuses võib töödelda kuni 70 äratõmmet suurusega 9 × 12 cm; pärast seda tuleb lahus asendada värskega.

Pärast pleegitamist tuleb äratõmbeid jooksvas vees vähe loputada (umbes 1 minut). Selle aja jooksul peab kõrvalduma pleegitatud kujutise valguste helekollane värvus. Pärast heledate valguste värvusetuks muutumist tuleb äratõmmet töödelda ühes järgnevas värvaine lahuses:

Värvaine lahust 1 : 1000 . . . . . x cm^3 [1]
Äädikhapet (1%-list lahust) . . . . 25 cm^3
Vett . . . . . kuni 1000 cm^3

Paberite foonimiseks tarvitatavad värvained ja nende lahuste mahud.

Värvus	Värvaine	Lahuse maht 1 : 1000
1. Punane	Safraniin A	100 cm^3
2. Kollane	Auramiin	100 cm^3
3. Oranž	Auramiin ja Safraniin A	Segada I ja II lahust võrdsetes osades. Toonivlahusele lisatakse 100 cm^3 segatud lahust
4. Sinakasroheline	Viktooriaroheline	100 cm^3
5. Heleroheline	Auramiin ja viktooriaroheline	Segada võrdsetes osades II ja IV lahust. Toonivlahusele lisatakse segatud lahust 100 cm^3
6. Sinine	Metüleensinine BB	100 cm^3
7. Sinakasviolett	Metüülviolett	20 cm^3

[1] Ühe või teise värvaine lahuse mahud on toodud tabelis samal leheküljel.

Samuti võib kasutada järgmiste värvainete segu:

viktooriaroheline metüülvioletiga;
viktooriaroheline metüleensinisega;
metüülviolett auramiiniga.

Toonitud äratõmbeid tuleb jooksvas vees pesta kuni värvaine täieliku kõrvaldumiseni kujutise heledatelt valgustelt. Kui saadav värvus osutub liiga intensiivseks, siis võib osa värvainet eraldada kujutise töötlemisega 0,2%-lises ammoniaagi lahuses. Seejärel positiivid loputada ja kuivatada.

Kui kujutis osutub pärast 10-minutist toonivlahuses töötlemist värvaine heaks adsorbeerimiseks puudulikult pleegitatuks, siis tuleb äratõmme lahusest välja võtta, hästi läbi pesta ja töödelda uuesti uraanpleegitaja lahuses, seejärel pesta ja asetada tagasi toonivlahusesse.

64. TOONIMINE ILMUTAMISE TEEL.

Küllalt raske on erinevate värvivarjundite saamine hõbebromiid-positiividel ainult ilmutamisega.

Võib küll saada musti, sooje sinakasmusti ja pruune värvusi, kuid nende saamise meetodid on väga kapriislikud. Väiksemgi muudatus säritusajas ja ilmuti koosseisus muudab äratõmbe tooni. Veel suuremal määral mõjuvad ses suhtes fotopaberi sort ja omadused, mis muutuvad tublisti vastavalt emulsiooni numbritele.

Märksa kindlamaid tulemusi annab pleegitatud positiivi teistkordne ilmutamine. Selle meetodiga võib saavutada küllalt laia värvusteskaala, alates soe-mustast, edasi pruunide, kuni punakate toonideni. Õigesti töödeldud äratõmbed on väga tihedad ja valguskindlad.

Toonimine ilmutamise teel koosneb neljast operatsioonist: pleegitamine, pesemine, ilmutamine ja lõplik pesemine.

Pleegitamisastme ja ilmuti valikuga varieerides on võimalik suurel määral muuta äratõmmete värvivarjundeid.

Toome mõned retseptid:

Pleegitaja.

Vett	100 cm³
Kaaliumdikromaati	2,3 g
Soolhapet, 10%-list	1 cm³

Pärast pleegitamist tuleb hoolikalt pesta kuni kollase värvuse kõrvaldumiseni valgustelt. Pleegitatud ja pestud positiiv ilmutatakse järgmises lahuses:

I. Vett	100	cm³
Kaaliummetabisulfitit	2	g
Hüdrokinooni	3,6	g
Kaaliumbromiidi	0,5	g
II. Vett	100	cm³
Ammooniumkarbonaati	10	g

Punakaspruun värvus saadakse, kui võetakse:

I lahust	**1 osa**
II lahust	1 osa
vett	1 osa

Ilmutamine kulgeb selles lahuses aeglaselt.

Tumepruun värvus saadakse, kui võetakse:

I lahust	2 osa
II lahust	3 osa

Ilmutamine kulgeb kiiresti.

Ilus sinakasmust värvus saadakse, kui pleegitatakse lahuses:

Vett	100	cm³
Vasksulfaati	5	g
Naatriumkloriidi	5	g
Soolhapet, 1%-list	5	cm³

Hoolikalt pestud äratõmbed ilmutatakse järgmises lahuses:

Vett	100	cm³
Metooli	1	g
Naatriumsulfitit, kristallilist	3	g
Soodat, kristallilist	5	g

Suur hulk mitmesuguseid värvivarjundeid — helepruunist kuni punakaspruunini — saadakse, kui äratõmmet pleegitatakse lahuses:

Vett	90	cm³
Punast veresoola	2,5	g
Ammooniumhüdroksüüdi, 10%-list	10	cm³

VI. Säritusaeg vastavalt näitarvude summale.

Summa	25	26	27	28	29	30	31	32
Säritusaeg	1/1200	1/1000	1/800	1/600	1/500	1/400	1/300	1/250
Summa	33	34	35	36	37	38	39	40
Säritusaeg	1/200	1/150	1/125	1/100	1/80	1/60	1/50	1/40
Summa	41	42	43	44	45	46	47	48
Säritusaeg	1/30	1/25	1/20	1/15	1/13	1/10	1/8	1/6
Summa	49	50	51	52	53	54	55	56
Säritusaeg	1/5	1/4	1/3	2/5	1/2	2/3	4/5	1
Summa	57	58	59	60	61	62	63	64
Säritusaeg	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3 1/2	4	5	6 1/2
Summa	65	66	67	68	69	70	71	72
Säritusaeg	8	10	12	16	20	25	32	40
Summa	73	74	75	76	77	78	79	80
Säritusaeg	50	64	80	100	125	160	200	240

67. FOTOGRAAFILINE KUJUTIS JA PERSPEKTIIV.

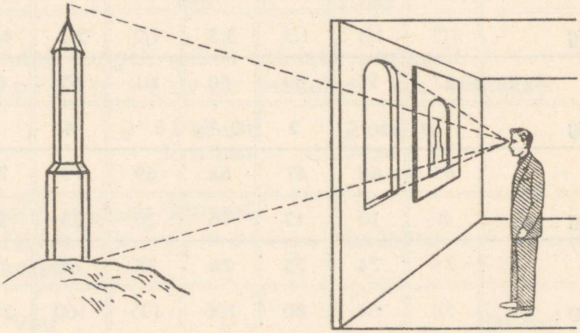
Vaatleja poolt fotograafilisest kujutisest saadav mulje peab olema võimalikult lähedane harjumuspärasele kujutlusele pildistatavast esemest.

Kujutis meie silma võrkkestal, mille kaudu tajume meid ümbritsevaid esemeid, on perspektiivkujutis. Fotograafiline kujutis on samuti perspektiivkujutis. Kui täisnurkses projektsioonis tehtud joonestuste või plaanide lugemine nõuab teatavat vilumust, siis fotograafilist kujutist võib „lugeda" isegi laps.

Ilma joonperspektiivi aluste tundmiseta ei tule fotograaf toime kahel põhjusel. Esiteks on see tarvilik optika õigeks rakendamiseks, teiseks sõltub perspektiivi seaduste tundmisest kujutise otstarbekohane ülesehitus.

Õpetust tsentraalprojektsiooni rakendamisest esemete kujutise ehitamiseks tasapinnale nimetatakse joonperspektiiviks. Perspektiiviks nimetatakse samuti kujutist ennast, mis saadakse tsentraalprojektsiooni abil.

Esemete või esemete grupi perspektiivkujutise saamiseks tasapinnal on tarvis mingist kindlast punktist (joon. 64) — nõndanimetatud vaatepunktist ehk projektsiooni tsentrist — tõmmata kujutatava eseme igasse punkti mõttelised kiired. Nende kiirte lõikumisel paigalseisva tasapinnaga (pildi pind) saame kujutatava eseme üksikute punktide perspektiivid. Ühendades need punktide perspektiivid joontega samas korras, millega punktid ise on esemega ühendatud, saame selle eseme joonperspektiivi.

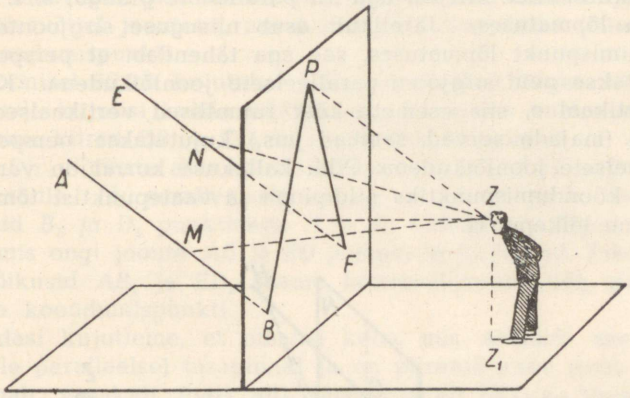


Joon. 64. Perspektiivkujutise ehitamise skeem.

Kui perspektiiv on joonistatud läbipaistvale riidele või klaasile ja kui üks silm asetada täpselt määratud kohta, teine silm aga sulgeda, siis iga märgitud punkt või joon katab kinni temale vastava punkti või joone kujutataval esemel (joon. 64). Sel juhul peab kujutis oma joonskeemilt (mitte aga heleduselt ja koloriidilt) andma mulje, mis vastab esemest endast saadavale muljele, nähtuna sestsamast vaatepunktist. Pilditasapind võib asetseda vaatepunkti ja eseme vahel, ent ese ja pilt võivad vaatepunktist ka eri pooltel asuda (nagu väikese avaga kaamerates). Esimesel juhul on kujutis päripidine, teisel — ümberpöördud. On selge, et ruumi iga punkt kujutub punktina, sirgjoon aga — sirgjoonena.

Lõplikult määratud sirglõigust perspektiivi saamiseks on küllaldane, kui vaatepunktist tõmmata kiired selle lõigu otspunktidesse. Ühendades lõigu otspunktide perspektiivid sirgjoonega, saame kogu lõigu perspektiivi.

Kui esemete ruumilised sirgjooned on lõpmata pikad, siis võib nende perspektiivi saada järgmisel viisil. Tõmbame algul



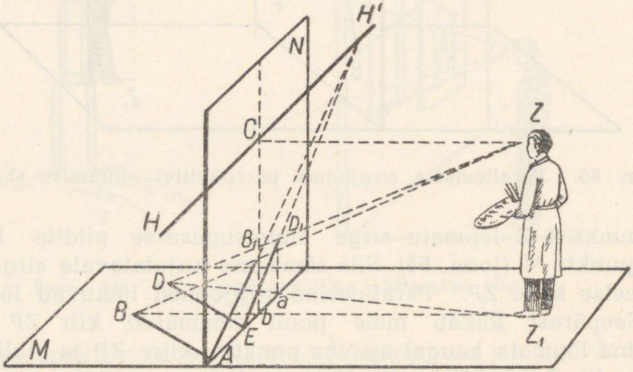
Joon. 65. **Paralleelsete sirgjoonte perspektiivi ehitamise skeem.**

vaatepunktist *Z* lõpmatu sirge mingisugusesse pildile lähedasesse punkti *M* (joon. 65). Siis tõmbame kujutatavale sirgele *AB* paralleelse kiire *ZP*. Paralleelsed sirgjooned lõikuvad lõpmatuses. Seepärast lõikab meie poolt tõmmatud kiir *ZP* sirget *AB* tema lõpmata kaugel asuvas punktis; kiire *ZP* ja pildi pinna lõikepunkt *P* on sirgjoone lõpmata kauge punkti perspektiiv ja teda nimetatakse k o o n d u m i s p u n k t i k s. Seega nimetatakse sirgjoone perspektiivi koondumispunktiks tema lõpmata kauge punkti perspektiivi. Siit on selge, et pildile mitteparalleelne lõpmata pikk sirgjoon kujutub perspektiivis lõpliku pikkusega lõiguna. Pildi piiratud formaadi juures võib mingi sirgjoone koondumispunkt asuda ka väljaspool pildiala.

Kimp sirgjooni, mis on omavahel paralleelsed, kuid pildiga mitteparalleelsed (näiteks sirged *AM* ja *EN*), omab pildil ühist koondumispunkti. Juhul, kui sirged on omavahel paralleelsed, siis lõpmatuses on nendel ühine lõikepunkt, tähendab — on ka

selle punkti ühine perspektiiv, s. o. koondumispunkt. See ühine koondumispunkt võib väikese pildi juures asuda ka väljaspool pildiala.

Pildi pinnale paralleelsed jooned aga kujutatakse perspektiivis paralleeljoontena. Niisuguse sirgjoontekimbu koondumispunkti saamiseks peame ju vaatepunktist tõmbama neile paralleelse kiire. See kiir on aga ka paralleelne pildiga, s. t. lõikub temaga lõpmatuses. Järelikult asub niisuguse sirgjoontekimbu koondumispunkt lõpmatuses, see aga tähendab. et perspektiivis kujutatakse neid sirgjooni paralleelsete joonlõikudena. Kui pilt on vertikaalne, siis esemete kõik ruumilised vertikaalsed sirgjooned (majade servad, sambad jms.) kujutatakse perspektiivis paralleelsete joonlõikudena. Pildi kallakuse korral on vertikaaljoonte koondumispunktiks pildipinna ja vaatepunktist tõmmatud ristjoone lõikepunkt.



Joon. 66. Horisondi ehitamise ja paralleeljoonte koondumispunkti määramise skeem.

Tõmbame Z-st pildipinnale ristiasuva kiire ZC (joon. 66). Punkti *C* nimetatakse pildi peapunktiks, kiirt *CZ* peakiireks ja lõigu *ZC* suurust — peakauguseks. Joont *HH'*, mis on tõmmatud läbi peapunkti *C* ja on paralleelne horisontaalpinnaga *M* (esemepinnaga), nimetatakse horisondijooneks.

Igapäevastest kogemustest teame, et kaks paralleeljoont, näiteks raudteerööpad, näivad koonduvat horisondil, s. t. silmale

näib, et rööbaste vahe (mis tegelikult on püsiv) pidevalt väheneb ning lõppude lõpuks rööpad koonduvad horisondil asuvas punktis. Täpselt samuti kujutatakse neid fotograafilisel ülesvõttel. Teisiti öeldes, külgedelt paralleelsete rööbastega piiratud teeosa kujutatakse ülesvõttel pidevalt kahaneva ribana, s. t. kolmnurgana, mille tipp asub horisondil. Täpselt samuti kaks või enam omavahel paralleelset rõhtjoont näivad silmale ja esinevad ülesvõttel joontena, mis koonduvad horisondil ühte punkti — koondumispunkti.

Joonisel 66 on kujutatud kaks paralleelset sirget *AB* ja *ED*. Et nende kujutisi kanda pildipinnale *N*, peame vaatepunktist *Z* tõmbama kiired *ZB* ja *ZD*, mis annavad tasapinnal *N* punktid B_1 *ja* D_1; viimaste asendid on määratud punktidest a ja b peavertikaalile C_b paralleelselt tõmmatud joontega. Ühendades punktid B_1 *ja* D_1 punktidega *A* ja *E*, saame joonlõigud AB_1 ja ED_1, mis ongi joonte *AB* ja *ED* perspektiivkujutised. Pikendades joonlõikusid AB_1 ja ED_1 saame horisondijoonel HH_1 paralleeljoonte koondumispunkti.

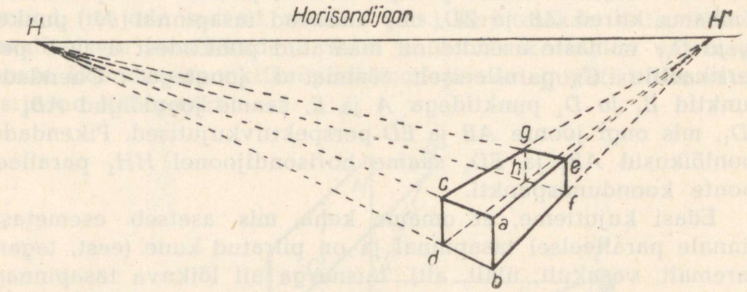
Edasi kujutleme, et omame keha, mis asetseb esemetasapinnale paralleelsel tasapinnal ja on piiratud kuue (eest, tagant, paremalt, vasakult, ülalt, alt), täisnurga all lõikuva tasapinnaga (niisuguseks kehaks võib olla näiteks tikukarp). Paiknegu see keha (joon. 67) nii, et servad *ab, cd, ef* ja *gh* oleksid vertikaalsed. Silm või fotoaparaadi objektiiv asub ülemisest tahust pisut kõrgemal, nii et see on nähtav ja tuleb fotole.

Servad *ab, cd, ef* ja *gh* asetsevad vertikaalselt ja on omavahel paralleelsed; mis puutub nende servade pikkustesse, siis näivad nad ebavõrdsetena. Kõige pikemana tuleb pildile objektiivile kõige lähem — serv *ab*, pikkuselt järgmine on serv *cd*, sellest lühem on *ef* ja kõige lühem on serv *gh*.

Vaatame nüüd, kuidas tulevad fotole karbi servad *ae* ja *bf*, mis tegelikult on omavahel paralleelsed. Ülesvõttel on nende otste *a* ja *b* vahe suurem kui otste *e* ja *f* vahe, järelikult ei ole nad paralleelsed, vaid lähenevad teineteisele; kui pikendada neid joonisel punktjoonega näidatud viisil, siis lõikuvad nad mingis punktis, mis asub horisondijoonel *HH'*. Samasse punkti koonduvad ka kahe teise serva *cd* ja *gh* pikendused, sest et need servad on tegelikult paralleelsed äsjavaadeldutega. Kogu meie karbi tahk (*abfe*), mis on tegelikult ristkülik, tuleb fotole korrapäratu nelinurgana.

Samasugune arutlus on kehtiv ka ülejäänud nelja serva — *bd*; *ac*; *fh* ja *eg* suhtes. Nende pikendused lõikuvad horisondil asetsevas punktis, mis ei paikne vaatlejast paremal vaid vasakul, vastavalt nende servade suunale karbi antud asendi puhul.

On ilmne, et vaatepunkti antud paigutuse ja pilditasapinna suuna juures ei sõltu perspektiiv peakaugusest. Perspektiivid, mis on saadud mitmetel paralleelsetel pilditasapindadel täiesti kindla vaatepunkti asukoha korral, on geomeetriliselt sarnased. Ühest perspektiivist võib suurendamise või vähendamise teel saada teise. Peakaugus määrab ära kujutise üldise mastaabi.



Joon. 67. Täisnurkse rööptahuka perspektiiv.

Asume fotograafilise objektiivi ja pildistamise juurde.

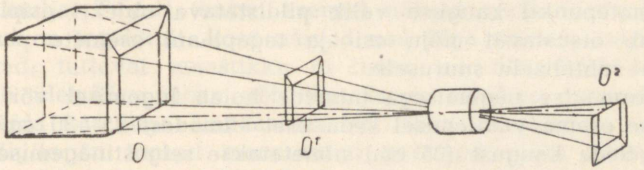
Enamikkudel juhtudel ei ole pildistatavaiks esemeteks tasapinnalised originaalid, vaid ruumiliselt sügavad kehad. Pildistatava eseme üksikud punktid asuvad objektiivist mitmesugusel kaugusel. Nende punktide kujutised, mis on seotud kolmemõõtelise esemega, paiknevad objektiivist samuti mitmesugusel kaugusel. Siit järeldus: kolmemõõtelisele pildistatavale esemele peab vastama ka kolmemõõteline kujutis. Ent sellise, iseendast õige järeldusega ei saa meie rahulduda. Fotoaparaadi mattklaasil peame saama ja saamegi tasapinnalise, kahemõõtelise kujutise. Mispärast ja kuidas teostub see kolmemõõtelise ruumi kujutis mattklaasi pinnal?

Oletame, et meie objektiiv on tugevasti diafragmeeritud ja kujutis moodustub mattklaasil väga kitsa kiirtekimbu kaudu (joon. 68). Valime ruumis optilise teljega ristiasuva pinna (tera-

vustamistasapind O) ja kujutame mõttes sellele pinnale kolmemõõtelise ruumi kõik punktid kiirtega, mis väljuvad objektiivi sisenemisava tsentrist. Sel viisil saame tasapinnale O^1 kolmemõõtelise pildistatava eseme tasapinnalise perspektiivi. See perspektiiv teravustamistasapinnal (esemeruumi „pilt") kujutatakse mattklaasi pinnale O^2 teatud mastaabis.

Järeldus: tasapinnaline kujutis mattklaasil on teravustamistasapinnal saadava kolmemõõtelise pildistatava eseme perspektiivi vähendatud koopia.

Eseme kujutise suurus perspektiivis sõltub tema kaugusest vaatepunktist. Mida suurem on see kaugus, seda väiksemad on tema mõõted perspektiivis (silma võrkkestal, pildil või fotoaparaadi mattklaasil), kui kõik teised tingimused jäävad muutmatuks.



Joon. 68. Perspektiivi ehitamine fotoobjektiiviga.

Tuntud kauge eseme nurksuuruse järgi hindame tema kaugust meist. Teiselt poolt, kui meie ees asub tundmatu ese, siis hindame tema kaugust tema naabruses olevate, meile tuntud esemete nurksuuruse järgi ja seejärel võime määrata ka tema suuruse.

Tuntud esemete nurksuuruste erinevus võimaldab hinnata mitte ainult nende kaugust silmast, vaid ka nende omavahelise kauguse suhet.

Kerge on kindlaks teha, et mida lähemal on silmale või objektiivile kõige lähem ese ja mida kaugemal tema taga asub teine niisama pikk ese, seda enam erinevad nende nurksuurused ja seda enam erinevad nende kõrgused perspektiivis. Vastupidi, mida kaugemal silmast asub ese esiplaanil ja mida lähemal sellele on tagaplaani esemed, seda vähem erinevad suuruselt nende perspektiivid.

Kujutleme kahte ühesuurust eset, kusjuures kaugus esimeseni olgu 10 m ja teiseni 20 m, s. t. teine ese asub esimese taga 10 m kaugusel. On selge, et teine ese peab näima meile kaks korda väiksemana kui esimene (sest et kaugus temani on kaks korda suurem). Täpselt samuti, kui teeme nendest esemetest fotograafilise ülesvõtte, on teise eseme kujutis kaks korda väiksem kui esimese eseme kujutis.

Nüüd kujutleme neid esemeid nii, et kaugus lähema esemeni on 5 m, teiseni aga 15 m. Kauguste vahekord muutus: vahemaa kaugema esemeni kujunes kolm korda suuremaks kui lähema esemeni; sellest tingituna tuleb teine ese fotole esimesest mitte kaks korda, vaid kolm korda väiksemana. Kui me läheneme esimesele esemele veel kuni ühe meetrini, siis osutub kaugus teise esemeni üksteist korda suuremaks ning seetõttu saame fotol teise eseme kujutise üksteist korda esimesest väiksemana.

Vaatepunkti kauguse valik pildistatava objekti esiplaanist avaldab otsustavat mõju esi- ja tagaplaani esemete perspektiivide suhtelisele suurusele.

Normaalse nägemisega inimene hoiab lugemisel või mingi väikese eseme vaatlemisel seda eset silmadest 25—30 cm kaugusel. Seda kaugust (25 cm) nimetatakse selgestinägemise kauguseks. Minimaalne kaugus, millelt võib lugeda ilma erilise pingutuseta, on 20 cm. Muidugi võib eset selgesti näha ka väiksemal kaugusel (10—15 cm), kuid tugeva pingutuse tõttu väsib silm mõne sekundi järel niivõrd, et edaspidine vaatlemine pole võimalik. Vaadeldes väheldase formaadiga (kuni 13 × 18 cm) ülesvõtet, hoiame teda silmadest 25 cm kaugusel.

Oluline erinevus silma kui optilise riista ja fotograafilise objektiivi vahel seisab selles, et objektiivi optiline telg on pildistamise ajal liikumatu (välja arvatud panoraampildistamisel), silma optiline telg aga muudab vaatlemisel vahetpidamata oma suunda. Kui vaatleja tähelepanu on suunatud mingile punktile, siis pöörab ta oma silmamuna nii, et selle punkti kujutis langeks võrkkesta kõige tundlikumale kohale — kollasele tähnile. Peale selle seletub silma keeramine veel asjaoluga, et suure vaatenurga juures on silma võrkkestal terav ainult kujutise keskosa, kollasest tähnist kaugemal olevad kujutise servad aga ei ole teravad silmale omase aberratsiooni tõttu. Silmale kasulik vaatenurk ei ületa 50°. Sel juhul on pildi kaugus vaat-

leja silmast vähe suurem pildi diagonaalist. Kuid liikumatu silmaga nii suure vaatenurga haaramisel ilmneb kiire väsimine. Mugavama vaatenurga (37°) puhul on pildi kaugus vaatleja silmast 1,5 korda suurem pildi diagonaalist. Kõige rahulikumalt ja selgemalt tajub vaatleja fotograafilist kujutist siis, kui vaatenurk asub 20—30° vahel. Sel juhul on pildi kaugus vaatleja silmast 3—2 korda suurem tema diagonaalist.

Harjumuspärane kujutlus igast tuntud esemest on sõltuv vaatenurgast ja kaugusest, mille juures me seda eset kõige sagedamini oleme vaadelnud. Tuttava inimese nägu kujutleme sellisena, nagu oleme teda näinud umbes 2 m kauguselt. Kuid selle inimese üldkuju sööbib kõige paremini meie mällu 5 m kauguselt vaatlemise tulemusena. Kaugused, millelt me tähelepanelikult vaatleme kõrget puud ja sellelt murtud õit, ei või olla ühesugused.

Sageli jätavad tuttavate kohtade või esemete ülesvõtted võõra mulje. Täiesti tuntud esemed näivad meile teistsugused, kui nad on tegelikult: kord näivad nad liiga suured, kord liiga väikesed; tuttavat maastikku ei tunne me ülesvõttel ära — ta näib ülemäära sügav või liiga lame. Üksikud esemed võivad näida kas liiga lähedastena või väga kaugetena.

Kõigile on tuntud moonutatud portreed suure ninaga ja väikeste kõrvadega; tavaliselt pannakse vastutus nende moonutuste eest objektiivi arvele. Muide, iga korrigeeritud objektiiv annab geomeetriliselt täpse perspektiivi, kuid niisugune täpne perspektiiv võib vaatlejale olla harjumuspärane või näida võõrana. Kui ülesvõtte vaatlemisel vaatleja silma võrkkestal saadav perspektiiv sarnaneb perspektiiviga, mis tekib võrkkestal objekti vaatlemisel harjumuspärasest vaatepunktist, siis ei ole ülesvõte moonutatud. Vastasel korral osutub geomeetriliselt täpne perspektiiv moonutatuks.

Niisuguse moonutusteta ülesvõtte saamiseks on vaja:

1) valida pildistamiseks õige vaatepunkt;
2) mitte kasutada lainurk-objektiive ilma tungiva vajaduseta;
3) vaadelda ülesvõtet õigelt kauguselt.

Asume nende tingimuste selgitamisele.

Teame juba, et pildi ümberpaigutamisega paralleelselt algsuunale ning muutmata seejuures vaatepunkti asukohta, ei saa

muuta pildi perspektiivi. Sel juhul, muutes ainult kujutise mastaapi, võime säilitada ees- ja tagaplaani esemete perspektiivide suhtelisi suurusi. See on kehtiv ka fotoülesvõtte juures. Ülesvõtet, mis on tehtud ühest ja samast vaatepunktist, kuid erinevate fookusekaugusega objektiividega, võib võrrelda reproduktsiooniga. Niisuguse reproduktsiooni juures on pinnaliseks originaaliks üks ja sama ettekujutatav perspektiiv teravustamistasapinnal; objektiivi fookusekaugusest on otseselt sõltuv ainult reproduktsiooni üldine mastaap.

Ent pildistades ühest ja samast vaatepunktist mitmesuguste objektiividega, kuid ühesuguse formaadiga plaatidele, võimaldab lühifookuseline objektiiv kasutada suuremat vaatenurka kui pikafookuseline. Seepärast esimese ülesvõtte äärtel asuvad detailid ei mahu ära teisele ülesvõttele. Kuid esimese kujutise keskosa on geomeetriliselt sarnane teise kujutisega. Suurendades esimese ülesvõtte keskosa kuni teise kujutise formaadini ja asetades diapositiivid teineteise peale, võime veenduda mõlemate perspektiivide ühtivuses.

Sootuks teistsuguse resultaadi saame vaatepunkti ümberpaigutamisel. Niisugune ümberpaigutus avaldab perspektiivile otsustavat mõju. Sel juhul muutuvad üksikute esemete nurksuurused; järelikult muutuvad perspektiivis mitte üksnes eseme üksikute detailide absoluutsed, vaid ka suhtelised suurused.

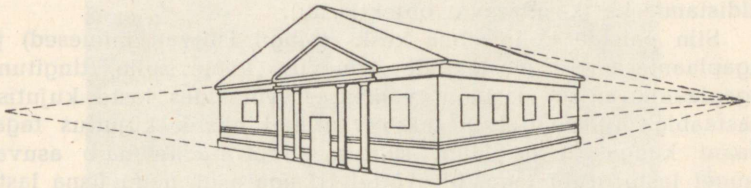
Mida lähemale me pildistamisel asume eseme esiplaanile, seda suuremaks osutuvad perspektiivis (teravustamistasapinnal) esiplaani detailid, võrreldes objekti tagaplaani osadega. Seejuures muutub teravustamistasapinnal ettekujutatava perspektiivpildi kogu joonskeem; tähendab muutub ka selle pildi mattklaasil saadava täpselt vähendatud koopia perspektiiv.

Ent kui on olemas erinevate fookusekaugustega objektiivid, siis on ka objekti erinevate kauguste puhul võimalik saada pildil mõnest tasapinnalisest esemest täiesti ühesugused mõõted.

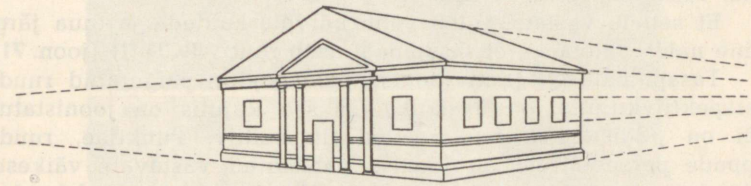
Neil juhtudel, nagu on teada igale fotograafile, tuleb lühifookuselise objektiiviga pildistamisel objektile märksa lähemale minna kui pikafookuselise objektiiviga pildistamisel. Kuid siis muutub ka perspektiiv, s. t. esi- ja tagaplaani esemete suhtelised suurused. Kui on võimalik pildistatavale esemele niivõrd lähedale minna, et kaugus temast osutub märksa väiksemaks kui harjumuspärane vaatekaugus vahetul vaatlemisel, siis ei vasta mattklaasil saadav perspektiiv vaatleja silma võrk-

kestal saadavale harjumuspärasele perspektiivile. Siit tuleneb saadud positiivi ja vaatleja poolt kujuteldava perspektiivi vaheline mittevastavus. Ese osutub ülesvõttel „mittesarnaseks", tema äratundmine vaatleja poolt on raskendatud ning tehakse kergemeelne järeldus perspektiivi moonutamise üle lühifookuselise objektiivi poolt.

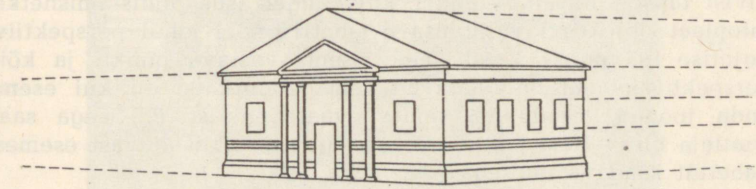
Tuleb veel lisada, et võrreldes ülesvõtteid, milledel üks ja sama esiplaani ese on kujutatud ühesuguses mastaabis, ilmneb kergesti mitte ainult kesk- ja tagaplaani vastavate esemete proportsionaalsuse puudumine, vaid ka paralleeljoonte erinev kallakus (perspektiivis — koonduvad).



Ese on pildistatud liiga lähedalt.
Liialdatud perspektiiv



Normaalne juhtum



Ese on pildistatud liiga kaugelt.
Perspektiiv väljendub nõrgalt

Joon. 69. Perspektiivi muutumine sõltuvalt pildistamispunkti kaugusest.

Mida lähemale on aparaat üles seatud pildistatava eseme esiplaanile ühe ja sama vaatenurga puhul, seda järsemalt on kallutatud need jooned horisondijoonele: mida kaugemal pildistatavast esemest asub „vaatepunkt", seda väiksemad on horisontaaljoonte kallaknurgad horisondijoonega (joon. 69).

Joonisel 70 on toodud kolm ülesvõtet, mis on tehtud kolme objektiiviga, fookusekaugustega vastavalt 28 mm (I), 50 mm (II) ja 85 mm (III).

Pildistamisel seadis fotograaf endale ülesandeks — saada laste kujutis ühesuguses mastaabis, sõltumata objektiivi fookusekaugusest. Sellele vastavalt valis ta ka vaatepunkti, s. t. perspektiivi peakaugused ruumis (teravustamistasapinna kaugus pildistamiseks kasutatava objektiivini).

Siin paistab kohe silma kesk- (pingil istuvad inimesed) ja tagaplaaniesemete mastaapide erinevus. Peale selle, tingituna tagaplaanikujutise mastaabi väiksusest võrreldes laste kujutise mastaabiga (ülesvõttel I), tekib vaatlejal ekslik kujutlus tagaplaani kaugusest esiplaani suhtes. Teatrihoone näib asuvat kaugel laste grupi taga, ülesvõttel III aga asub nagu üsna laste juures. Ruum istuvate inimeste ja teatrihoone vahel on kadunud. Mispärast on see nii?

Et sellele vastata, tuleb vähe kõrvale kalduda ja tuua järgmine näide. Oletame, et tasapinnal asub ruut ABCD (I) (joon. 71).

Tasapinnale Q^1 (risti joonise pinnaga) on paigutatud ruudu perspektiivkujutis: on ükskõik, kas see kujutis on joonistatud või on pildistamise teel saadud diapositiiv. Punktide, ruudu tippude perspektiivid on joonisel tähistatud vastavate väikeste tähtedega. Punktid *a* ja *e*, samuti *c* ja *d* satuvad joonisel kokku. Olgu vaatleja silm asetatud punkti *P* ja asugu see punkt positiivist täpselt niisama kaugel, kui kaugel asus pildistamishetkel fotoplaat objektiivi väljumisava tsentrist. Sel juhul perspektiivkujutise iga punkt katab meie eseme vastava punkti ja kõik perspektiivjooned on nähtavad samade nurkade all kui eseme enda jooned, vaadatuna samast vaatepunktist *P*. Seega saab vaatleja ülesvõttest mulje, mis on sarnane pildistatavast esemest vahetult saadava muljega.

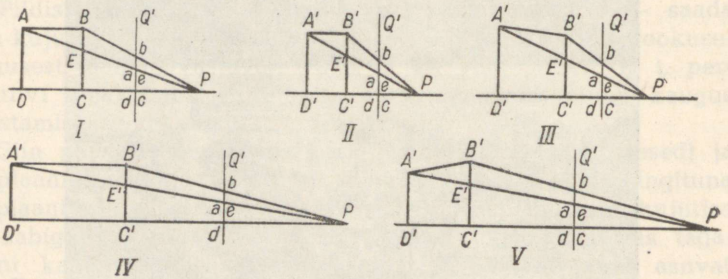
Sootuks teistsuguse kujutluse saab vaatleja pildistatavast esemest, kui kujutise kaugus silmast on väiksem (vt. II ja III).

Heites pilgu ülesvõttele, püüab vaatleja ära tunda tema poolt nähtud esemeid. Siin võib esineda kaks juhtu. Näiteks



Joon. 70. Erinevate fookusekaugustega objektiividega tehtud kolm ülesvõtet.

ta võib mäletada, et originaalil olid lõigud AD ja BC ühesuguse kõrgusega. Perspektiivi punktide A ja E (diapositiivil punktid a ja e) ühtesattuvuse tagajärjel kujutleb vaatleja ruutu püstkülikuna $A'C'D'E'$ (II). Kuid mälu võib samuti öelda, et ruudu kõrgus on võrdne alusega, s. t. et $BC=CD$ ning vaatleja kujutab endale ette, et $A'D'>B'C'$, s. t. et pildil on kujutatud trapets $A'B'C'D'$ (III).



Joon. 71. Perspektiivi muutumine olenevalt vaatepunktist.

Seega, kui ülesvõte asub vaatleja silmale „õigest" kaugusest lähemal, siis näib tagaplaan esiplaanile lähemal (II) või jälle näivad esemed tagaplaanil liiga suured võrreldes esiplaani esemetega (III).

Kui nihutame ülesvõtet nii, et tema kaugus silmast oleks suurem „õigest" kaugusest, siis vaatleja kujutlus esi- ja tagaplaani esemete suhtelisest suurusest või nende omavahelisest kaugusest osutub samuti ekslikuks. Kui vaatleja mäletab, et lõigud AD ja BC on võrdsed, siis näib pildistatud ese talle liiga sügav (IV); on talle aga teada tagaplaani kaugus esiplaanist (meie näites V — $BC=CD$), näivad tagaplaani esemed ebaproportsionaalselt väikesed.

Nii ühel kui teisel juhul loeksime täiesti asjatult meie perspektiivi „moonutatuks". Süüdi oleme meie ise, pildistades objekti lühifookuselise objektiivi abil ja vaadeldes teda kauguselt, mis ei ole võrdne perspektiivi peakaugusega (s. t. objektiivi fookusekaugusega).

Nii jõuame järeldusele:

et saada täiesti õiget ettekujutust esemete suhtelisest suurusest, nende omavahelisest

kaugusest ja vaatleja silma kaugusest, peab kujutise kaugus vaatleja silmast olema täpselt võrdne perspektiivi peakaugusega, fotograafilise ülesvõtte puhul aga — objektiivi fookusekaugusega.

Et pikafookuselise objektiiviga pildistamisel vaatepunkti kaugus esiplaanist on harilikult suurem kui lühifookuselisega pildistades, siis võib perspektiivide erinevust seletada kummagi objektiivi erineva tarvitamisviisiga, mitte aga lühifookuselise objektiivi defektidega.

Peale selle on määratu enamiku kaasaja objektiivide fookusekaugus väiksem kui 15 cm; järelikult on selgestinägemise kaugus (25 cm) suurem saadud perspektiivi peakaugusest (s. t objektiivi fookusekaugusest).

Vaadeldes kontaktpositiivi selgestinägemise kauguselt, ei tunne vaatleja mitte kohe kujutatud eset. Tagaplaani detailid näivad mõnikord asuvat esiplaanist liiga kaugel (joon. 70, I ja joon. 71, IV) või liiga väikestena, võrreldes esiplaani esemetega (joon. 71, V).

Et kaasaja lühifookuseliste objektiivide abil saadavad fotograafilised kujutised tekitaksid meie teadvuses originaalist täpse kujutluse, peavad kujutised olema suurendatud. Niisuguse suurendatud ülesvõtte perspektiiv sarnaneb samast vaatepunktist pikafookuselise objektiiviga tehtud ülesvõtte perspektiiviga. Kuid sel juhul võib ekvivalentse fookusekauguse, s. t. perspektiivi peakauguse, teha võrdseks selgestinägemise kaugusele.

Tänapäeval tõrjub suurendamine ikka enam välja kontaktkopeerimise, ikka sagedamini kasutatakse objektiive fookusekaugusega 13,5 cm (formaat 9×12 cm), 10,5 cm (formaat $6{,}5 \times 9$ cm) ja 5 cm (kinofilmformaat). Huvitav on märkida, et esimest formaati suurendatakse kõige sagedamini 2 korda, teist 2,5—3 korda, kinofilmformaati aga 5—6 korda. Sel teel saadud suurendused vastavad tegelikult ülesvõtetele, mis on tehtud objektiiviga $f \cong 27$ cm, s. t. objektiiviga, mille fookusekaugus võrdub selgestinägemise kaugusele.

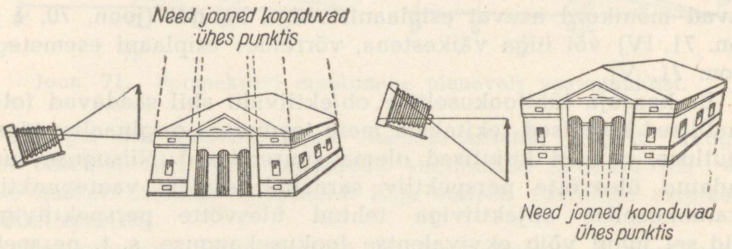
Tuleb lisada, et harva suurendatakse pildistamisel kogu saadud formaati; enamasti suurendatakse ainult saadud kujutise keskosa, see aga vastab vaatenurga vähendamisele 43—53°-lt 30—40°-ni.

Seega võib suurendamisega üheaegselt saavutada selgesti-

nägemise kaugusele peaaegu võrdse perspektiivi peakauguse ja vaatenurga vähenemise. Nende tingimuste juures on „moonutus" vähem märgatav ning kujutis annab silma võrkkestal perspektiivi, mis on sarnane samast punktist eseme vahetul vaatlemisel saadava perspektiiviga.

Veel parem on kontaktpositiivi vaadelda läbi luubi, mille fookusekaugus on võrdne kasutatud objektiivi fookusekaugusega. Sel juhul on iga detaili nurksuurus selline nagu pildistamishetkel ja perspektiiv näib loomulik ja harjumuspärane.

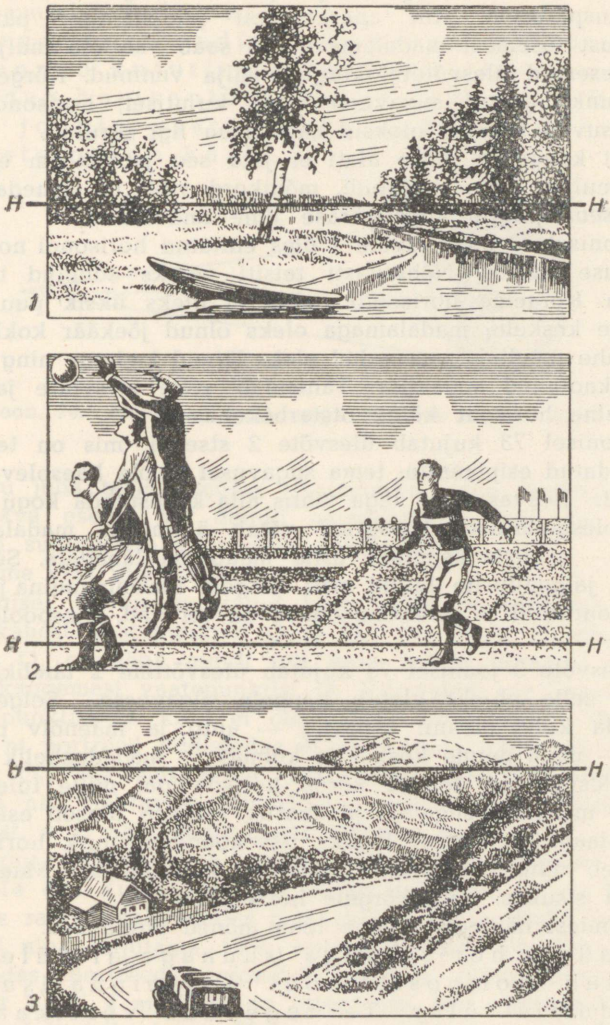
Vaatleme veel mõnda tüüpilist „moonutuse" näidet. Mainisime juba, et ülesvõtte vertikaalsed jooned näivad perspektiivis paralleelsetena ainult sel juhul, kui negatiivtasapind asetseb pildistamishetkel vertikaalselt. Tingituna sellest on kaamera asend (kallak) samuti moonutuse põhjuseks, mis on eriti ebameeldiv arhitektuuriliste ülesvõtete juures.



Joon. 72. Moonutused, mis tekivad kujutisel fotoaparaadi mittevertikaalsest asendist.

Negatiivi kallutatud asendi tõttu koonduvad eseme vertikaaljooned üles või alla, sõltuvalt negatiivpinna kallakusest. Jooniselt 72 selgub, et neid perspektiivis koonduvaid vertikaale ei põhjusta objektiivi vead, vaid üksnes tasapinna kallakus. Headel kaameratel on seadis, millega saab aparaadi kallutamisel siiski säilitada mattklaasi raami vertikaalasendit. Peale selle on tihti võimalik saavutada vajalikku pildimotiivi ka objektiivi tugiraami nihutamisega vertikaaltasapinnas, ilma et tarvitseks kallutada kaamerat.

Maastikkude ja ilma vertikaaljoonteta objektide pildistamisel võib aparaati veidi kallutada; siin ei ole moonutused niivõrd märgatavad.



Joon. 73. Kujutise iseloom sõltuvalt horisondi kõrgusest.

Kui ülesvõte on tehtud tasandikul seisva inimese silmade kõrguselt, siis on kujutise perspektiiv kõige loomulikum ja harjumuspärasem. Kui aparaat oli pildistamisel paigutatud harilikust tasemest madalamale, siis saab vaatleja mulje, nagu oleks esemed ülesvõtetel kõrguti välja veninud. Kõrge pildistamispunkti puhul sügavneb ruum kujutisel; horisondist allpool asuvad esemed oleksid nagu maa ligi surutud.

Ent kaugeltki mitte alati ei jäta see joonskeem ebameeldivat muljet; otse vastupidi, mõnikord võib ta esineda tähtsa moodusena pildile kunstipärase ilme andmiseks.

Joonisel 73 on ülesvõte 1 üles ehitatud horisondi normaalse paigutuse juures. Nähtavasti teisiti poleks sobinud teda ka ehitada. Kõrgema horisondi puhul ei oleks üksik puu tulnud kujutise keskele; madalamaga oleks olnud jõekäär kokku surutud, vahe paadi ja puu vahel oleks läinud kaduma ning kujutis oleks kaotanud sügavuse. Tähendab, selle ülesvõtte jaoks on normaalne horisont kõige otstarbekohasem.

Joonisel 73 kujutab ülesvõte 2 stseeni, mis on tervenisti keskendatud esiplaanile; tema sügavusel ei ole käesoleval juhul tähtsust. Seevastu on väga tähtis alla kriipsutada kogu stseeni ülespoolesuunatust. Fotograaf võtab äärmiselt madala horisondi — pildistamispunkti üsna maapinna lähedale. Seepärast näivad jalgpallurite kujud eriti kõrgele üleshüpanuina ja grupi kõik kontuurid ja struktuurjooned on teravad, ülespoole suunduvad.

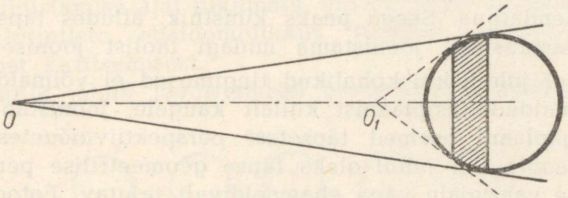
Ülesvõte 3 joonisel 73 kujutab ülesvõttele 2 täielikku vastandit: selle objekt ulatub kaugele sügavusse. Selgelt võib eraldada kolm plaani: esimene — auto ja mäenõlv paremal, teine — maja puude keskel ja kolmas — mägedeahelik kauguses. Ülesvõte on tehtud kõrge horisondiga, mille tulemusena avaneb maastiku sügavus ja avarus, selgesti tõuseb esile tema kolmeplaaniline ehitus; lõpuks tee koondumisnurk horisondiga suureneb ning tee osutub juhtivaks kaldjooneks. Maastik on elav ja sisukas, tänu kõrgele horisondile.

Nendest näidetest võime teha mõned järeldused.

Madala horisondiga (suunaga alt) ülesvõte rõhutab kompositsiooni tasapinnalisust ja suundumist üles. Ta tugevdab vertikaalsete ja nõrgalt kallutatud joonte mõjuvust, suurendab pildi ülemise osa kaalu ja tähtsust,

annab vertikaalse formaadiga pildi juures soodsamaid tulemusi.

Kõrge horisondiga (suunaga ülalt) ülesvõte annab kujutisele ruumilist sügavust. Ta tugevdab horisontaalsete ja tugevasti kallutatud joonte osatähtsust ja suurendab pildi alumiste osade kaalu.



Joon. 74. Kujutise haardenurga sõltuvus vaatepunktist.

Nagu juba teame, mõjub vaatepunkti valik üheaegselt nii pildistatava eseme iga detaili perspektiivile kui ka nende detailide suhtelistele suurustele perspektiivis.

Toome veel ühe näite.

Joonisel 74 on kujutatud kera, mida vaadeldakse järjekorras kahest vaatepunktist O ja O_1. On selge, et lähedasest punktist O_1 on näha ainult osa kera sellest pinnast, mis on nähtav kaugemast vaatepunktist O. Viirutatud osa joonisel on nähtav punktist O, kuid ei ole nähtav punktist O_1. On arusaadav, et portreed pildistades ei ole kõrvad nähtavad näiteks punktist O_1, aga suu, mille joon võtab tegelikult enda alla veerandi näo nähtavast läbimõõdust, haarab siin kolmandiku osa näost, s. t. näib ebaproportsionaalselt suur.

Kaugus inimese nina otsast kuni kõrva tagumise ääreni on 12—14 cm. Kui vaatepunkt valida inimesest 1,5 m kaugusele, siis rangelt rakendades perspektiiviseadusi oleks kunstnik sunnitud nina kujutama 10% suuremas mastaabis kui kõrvu. Joonistades portreed, eemaldub kunstnik pidevalt modellist vähemalt 3 või 4 m. Kuid on fotograafe, kes pildistavad nägu liiga lähedalt (alla 1 m). Keda siis süüdistada moonutamises?

Oeldu õigsuses võib veenduda, kui tähelepanelikult vaadelda joonisel 70 toodud kolme ülesvõtet lastest.

Oletame, et kunstnik joonistab seda esiplaanil olevat laste gruppi teatrihoonega taustal 6 meetri kauguselt. Sellelt kauguselt oleksid laste ja teatrihoone suhtelised mõõted antud edasi vaatleja harjumuspärast kujutlust rikkumata. Kui mingil põhjusel tuleb kunstnikul joonistada lapsi kolm korda väiksemalt kauguselt, s. t. 2 meetrilt, siis suurenevad laste mõõted 3 korda; teatrihoonet aga, mille kaugus muutus suhteliselt vähe (4 m), tuleb kujutada umbes endises mastaabis, s. t. laste suhtes tugevasti vähendatuna. Seega peaks kunstnik, alludes täpselt perspektiivi seadustele, joonistama midagi taolist joonisele 70, I.

Sellisel juhul, kui kohalikud tingimused ei võimalda kunstnikul eemalduda esiplaanist küllalt kaugele, joonistab ta sihilikult tagaplaani esemed täpsetest perspektiivinõuetest suuremas mastaabis. Sel juhul oleks täpse geomeetrilise perspektiivi säilitamine vaatlejale väga ebameeldivalt tajutav. Fotograafiline objektiiv ei ole võimeline teostama perspektiivi selliseid subjektiivseid parandusi. Perspektiiv 1-sel ülesvõttel on täpne, kuid mõjub vaatlejale ebameeldivalt.

Toome viimase näite, mis veenvalt esile toob suure vaatenurga mõju „moonutamisele".

Millise nurga all me ka ei vaatleks kera, alati näivad tema kontuurid ringikujulised. Samal ajal aga kera perspektiiv tasapinnal on ellips, välja arvatud juhtum, mil kera tsenter asub peateljel. Need „moonutused", s. t. kera perspektiivi kõrvalekaldumine ringjoone kujust, on seda suuremad, mida kaugemal perspektiivi peateljest asub kera tsenter.

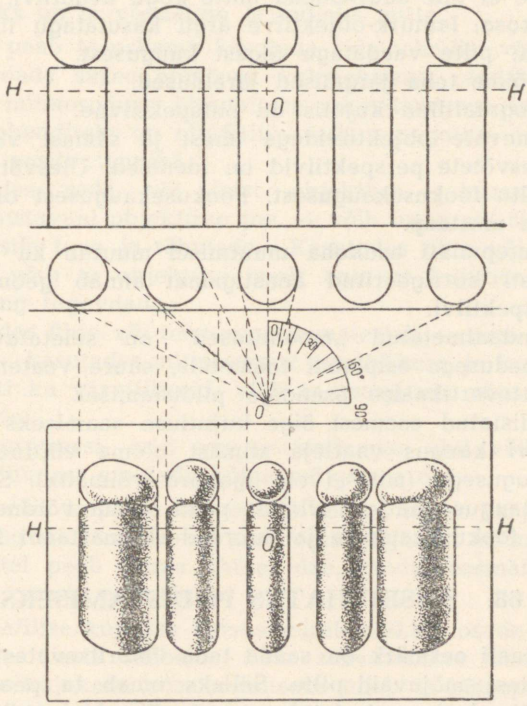
Kui me asume laia sammastiku ees, mis on paigutatud piki peateljele ristiasuvat pinda, siis näivad sambad, vastavalt ülalöeldule, ühesuguse läbimõõduga. Märkabki silm mingit erinevust, siis ainult sammaste kõrguses: äärmised sambad näivad keskmistest madalamad. Mida kaugemal aga asuvad sambad peateljest, seda laiematena kujutatakse nad täpses perspektiivis.

Joonisel 75 on kujutatud keradega silindrilised sambad telglõikes, plaanis ja perspektiivis. Siin on meie ees „moonutuse" näide, mis saadakse liiga suure vaatenurga (120°) tagajärjel. Sellist „moonutust" võib sageli tähele panna lainurk-objektiiviga tehtud grupipiltidel. Grupi servadel asuvate inimeste näod on niivõrd laiad, et ei ole isegi tuntavad. Sammastiku ja nii-

suguste grupipiltide perspektiiv on täiesti täpne, kuid mõjub vaatlejale ebameeldivalt.

Kui vaatleja asub sammastiku või grupi lähedal, siis puudub tal võimalus haarata liikumatute silmadega suurt vaatenurka (mitte üle 50°). Seepärast liigutab ta silmamune, et järkjärgult vaadelda seda gruppi väikese nurga all; grupi üksikud näod asuvad järjekorras silma peateljel või selle läheduses. Sel juhul kujutub kera ringina, aga mitte ellipsina. Objektiiv on aga pildistamise ajal liikumatu. Nii on grupi servadel olevate nägude kujutiste ebaloomulikkus tingitud lainurk-objektiivi oskamatust käsitsemisest.

Kunstnik jälgib joonistamisel perspektiiviseadusi peajoonte



Joon. 75. Suure vaatenurgaga objektiivi poolt tekitatav moonutus.

suhtes, ei pea aga kinni nendest seadustest detailides. Ta kujutab pildi servadel olevaid esemeid nii, nagu asuksid need peatelje läheduses. Sagedasti piirab kunstnik vaatenurka 15—25°, valides peakauguse pildi diagonaalist 2,5—4 korda suurema.

Kui aga tarvitada pikafookuselisi objektiive (35—50 cm, plaadiformaadile 9 × 12 cm), siis suureneb tugevasti kaamera kaal ja kogu. Sellepärast on objektiivi fookusekaugus nõndanimetatud universaalkaamerates umbes võrdne pildi diagonaaliga. Tuleb aga meeles pidada, et kaasaja hästi korrigeeritud anastigmaatide poolt antav täpne objektiivne perspektiiv ei lange mitte alati kokku vaatleja subjektiivse perspektiiviga ja tema kujutlusega pildistatavast esemest. Sellepärast peab pildistamisel hoolikalt läbi mõtlema, missugust vaatenurka valida. Peale selle ei tule suurendada mitte kogu negatiivi, vaid ainult tema keskosa; lainurk-objektiive ärgu kasutatagu ilma äärmise vajaduseta; pilte vaadatagu õigest kaugusest.

Nii võime teha järgmised järeldused.

1. Fotograafiline kujutis on perspektiivne.

2. Erinevate objektiividega ühest ja samast vaatepunktist tehtud ülesvõtete perspektiivid on identsed. Ülesvõtte perspektiiv ei sõltu fookusekaugusest. Fookusekaugusest oleneb kujutise üldine mastaap.

3. Vaatepunkti asukoha muutmisel muutub ka perspektiiv.

4. Hästi korrigeeritud anastigmaat annab geomeetriliiliselt täpse perspektiivi.

5. Nõndanimetatud „moonutused" on seletatavad vaatepunkti lähedusega esiplaani esemetele, suure vaatenurgaga või plaadi mittevertikaalse asendiga pildistamisel.

6. Pildistatud esemest õige kujutluse saamiseks peab kontaktpositiivi kaugus vaatleja silmast olema võrdne objektiivi fookusekaugusega (mis ei ole igakord võimalik). Suurendatud positiivi kaugus vaatleja silmast peab olema võrdne kasutatud objektiivi fookusekauguse ja suurenduse mastaabi korrutisega.

68. SISSEJUHATUS PILDISTAMISEKS.

Fotograafi eesmärk on saada teda ümbritsevatest esemetest ja nähtustest mõjuvaid pilte. Selleks omab ta peaaegu piiramatuid võimalusi, sest fotokaamera võimaldab tal fikseerida kõike, mida ta soovib. Seejuures sõltub fotograafist ka momendi

valik, millal alaliselt liikuv ja muutuv välismaailm avaldub harmooniliselt.

Meie silma vaateväli ei ole millegagi piiratud. Tema piirid ei ole kindlad, sest meie silmade alaline liikumine muudab vahetpidamata haaratava vaatevälja piire. Peale selle ei registreeri silm kõike võrdselt: üks ese võib köita meie tähelepanu eriti tugevasti, mõnda teist eset aga me samal ajal ei märka hoopiski. Üldisest ruumist mõne teatud osa või lõigu eraldamine pildistamiseks tähendab isikliku hinnangumomendi sissetoomist.

Nähtavast vaateväljast valib fotograaf ühe või teise lõigu, suunates objektiivi telje teatud punkti. Seejuures ei või ta juhinduda ainult oma tunnetustest. Olles seotud tehniliste võimalustega, on ta sunnitud arvestama ka sellega, kuidas reageerib plaat, milleks on ta võimeline ja milleks mitte.

Samuti peab ta oskama kasutada rida tehnilisi võtteid, näiteks: tugevdada süžee efektsust valgustusega, pindalade kontrastsusega, mitmesuguse ülesehituse rakendamisega jms. Fotograafi töövahenditeks on objektiiv, valgus, negatiiv- ja positiivmaterjal ja positiivtehnika.

Tarvitades seda või teist objektiivi — lainurk-, tele-, pehmeltjoonistavaid objektiive jne. — võib fotograaf süžee jaoks vajalikku esile tuua ja rõhutada. Kasutades ühte või teist valgustusviisi, võib ta objektiivi poolt antavat kujutise iseloomu rõhutada ning tugevdada.

Tarvitades ühte või teist negatiivmaterjali — orto-, pan- või isokroom —, kasutades mitmesugust tundlikkuse ja kontrastsuse astet, samuti ka värvifiltreid, võib ta saavutada väga mitmesuguseid efekte.

Positiivprotsessi, eriti aga suurendamise abil võib saadud negatiivi pildialast eraldada kõige mõjusama osa.

Lõpuks võib kujutise iseloomule anda viimase varjundi fotopaberiga ning suurendada sel teel tema mõjusust mitmekordselt.

Ülesvõttel peab olema ühtne idee, kindel eesmärk; ainult siis võib ta omada mõjujõudu.

Fotograafilise kujutise ühtsus seisab kõikide osade alluvuses juhtivale, peamisele süžeele. Seda saavutatakse üksnes valikuga. Süžee kujukaks edasiandmiseks tuleb ta kõigepealt teiste hulgast eraldada ja seejärel tuua esile tema iseloomustavad eriomadused. Ent süžee ühtsus ei tähenda sugugi, et ülesvõte peab

piirduma ühe motiiviga. Tähendab aga küll, et peasüžee peab vaatleja tähelepanu esimesest pilgust endale tõmbama.

Ei pea ära segama ühtsust üksluisusega; ei tohi arvata, et ühtsust võib saavutada ainult sarnaste elementide sisseviimisega. Pildistatavate elementide ühetaolisuse tagajärjel on ülesvõtted üksluised, kujutise tõeline ühtsus aga kujuneb elementidevahelisest seotusest ja vastastikusest mõjust. Kui süžee valikul ei juhinduta mingist kindlast mõttest, siis selle asemel, et moodustuks piiriteldud tervik, kujuneb mulje pildist ähmaseks, sest süžee üksikud motiivid on omavahel seotud ainult mehaaniliselt ja ei too esile neid sisemisi sidemeid, mis annavad ülesvõtetele ilmekuse.

Algaja fotograaf patustab sageli sellega, et püüab asetada oma kaamera vaateväljasse võimalikult rohkem esemeid. Talle on kõik ühevõrra huvitav — nii paremal asuv majake kui ka vasakul esinev metsatukk, linnud taevas jne. Esile tõstmata ühtki nendest esemetest, saab ta ülesvõtte, mida mööda silm eksleb millelgi peatumata. Niisugune ülesvõte ainult väsitab.

Kes soovib pildivälja täitmise kunstis saavutada täiuslikkust, see peab harjutama ümbritsevate esemete ja süžeede paigutamist fotoaparaadi mattklaasile. Ei ole midagi kergemat, kui teha selleks otstarbeks fotoaparaadisse ikonomeetritaoline traadist raam ja vaadelda läbi selle ümbritsevat maastikku, tegemata ülesvõtteid. Te olete hämmastunud nähes, mil määral muutub mulje, kui mõned osad ümbritsevast vaateväljast isoleerida.

Soovitame veel ühte mitte vähem kasulikku harjutust. Asetada kaks paberist täisnurka positiivile ja paigutada neid mitmeti ümber, kas järjekorras või üheaegselt, varieerida nende poolt haaratava pildialaga, muuta formaati, kattes kord ühe, kord teise osa kujutisest, s. t. täita pildivälja mitmesuguselt. Seejuures ilmneb, et üks ja sama ülesvõte võib sisaldada mitu süžeed, milledest igaüks üksikult võetuna võib esineda iseseisva ülesvõtte süžeena.

Täisnurki on kerge valmistada: 30—40 cm suurusest paberitükist lõigata välja kaks L-kujulist riba. Ribade suurus on küllaldane, kui neist saab moodustada raami ülesvõttele 18 × 24 cm. Negatiivist tehakse äratõmme, kusjuures pildiala väljaotsimiseks on kõige sobivamaks suuruseks 18 × 24 cm. Täisnurgad asetatakse positiivile ja vaadeldakse mõned korrad pildi kõiki piir-

kondi. Selle tulemusena leitakse kõige parem pildiala, millel peaesemed kõige soodsamal kujul silma paistavad.

Täisnurkade abil õnnestub mõnikord märgatavalt parandada esialgset pildiala. Neid täisnurki on parem teha kõvast paberist ja seejuures mitte valgest, vaid hallist või hallikas-sinisest paberist.

Lõpuks võib negatiivide töötlemisel läbimõeldud võtetega parandada pildistamisel tekkinud puudusi: kõrvaldada liigne osa ja sel teel pehmendada igavat muljet, muuta pildi ülemise ja alumise osa proportsioone (suhet), kopeerida taevasse pilved jne.

69. MAASTIK.

Must-valgel fotokoopial võidab maastik peaaegu alati, kui sellele on paigutatud inimene. Tuleb püüda loodust siduda inimesega, kusjuures teda ei pea näitama kui kompositsiooni detaili, vaid kui kõige muu selgroogu. See aga ei tähenda, et maastikku ilma inimeseta ei tohi pildistada. Sageli tükikene loodust, edasiantuna nagu ta on, omab võltsimatut sarmi ja tõeliselt puhast vormi.

Maastiku pildistamisel puutume kokku eriti keeruka värvide õigesti edasiandmise ülesandega. Raskus on selles, et looduse rikkalikku koloriiti tuleb edasi anda kasina akromaatilise toonideskaalaga, ja seejuures nii, et maastiku kaunidus ei kannataks.

Kuid harilikkudele või nõrgalt sensibiliseeritud plaatidele ja filmidele ei saa kunagi üle kanda valgeid pilvi sinisel taeval ja roheliste lehtede kirkust, sest need materjalid ei ole tundlikud rohelisele värvusele; roheluse asemel tulevad ülesvõttele (positiivile) mustad laigud. Sensibiliseerimata kihtidele ei saa pildistada kaugeid maastikke, sest horisondile lähedased detailid kattuvad ülesvõttel valkja vinega. Maastikke peab pildistama ainult isoortokromaatilisele või pankromaatilisele negatiivmaterjalile ja tingimata valgusefiltriga.

Valgusefiltri valikul tuleb arvesse võtta, et mida tumedam on valgusefilter, s. t. mida rohkem ta neelab lühilainelisi kiiri, seda suuremaks kujuneb kujutise kontrastsus. Erilist tähtsust omab see pilvede pildistamisel: nii annab oranž või punane valgusefilter pankromaatilisel emulsioonil niivõrd suure kontrast-

suse, et võimaldab kujutadà kõige nõrgemaid, mõnikord vaevalt märgatavaid pilvi väga tumedal foonil, vahel peaaegu mustal taeval.

Ent valgusefilter tuleb valida niisuguse arvestusega, et värvuste ülekanne ei oleks moonutatud, s. t. et kollased värvused ei tuleks liiga heledatena, peaaegu valgetena ja sinised — mustadena. Seega ei pea valgusefilter olema liiga tume.

Ortokromaatilistele materjalidele pildistades peab arvesse võtma, et kaugelt mitte iga roheluse varjund ei kandu ülesvõttele õigesti. Asi on selles, et meie tehased lasevad välja ortokromaatilisi plaate, mis on sensibiliseeritud erütrosiiniga: hoolimata nende plaatide heast tundlikkusest siniroheliste kiirte suhtes, avaldavad nad siiski nõrgemat tundlikkust spektri rohelise õsa kiirtele.

Suvisel ajal on lahtise maastiku horisont harilikult kaetud helesinise vinega. See vähendab objekti kaugemate osade detailide nähtavust. Vine mõju võib kõrvaldada, kui pildistada pankromaatilisele materjalile valgusefiltriga.

Peale spektraalse tundlikkuse omab suurt tähtsust negatiivmaterjali kontrastsus. Maastikkude pildistamisel võib tarvitada mitmesuguse kontrastsusega materjale.

Selgete päikesepaisteliste ilmadega, kui taevas on ainult paiguti kergeid valgeid pilvi ja vine üldse puudub, tuleb lahtist maastikku pildistada suure fotograafilise ulatusega negatiivmaterjalile, mille kontrastsuskoefitsient on umbes üks. Vine olemasolul võib kasutada kontrastsemat materjali (koos valgusefiltriga).

Maastik on üks keerukamaid fotoülesvõtete liike ning väga raske on pildistamiseks mingit retsepti anda.

Pildistamine suvel.

Suvise maastiku põhielemendiks on rohelus. Siin võib kohata kõige mitmekesisemaid värvivarjundeid, alates tumerohelisest kuni heleda salatroheliseni. Neid varjundeid tuleb püüda ülesvõttel edasi anda eraldatuina, vastasel korral tuleb rohelus pildile ühetaolise halli massina. Rohelusega maastiku pildistamisel tuleb kasutada pankromaatilisi, isokromaatilisi või isopankromaatilisi materjale ja helekollaseid valgusefiltreid. Mõningad pankromaatilised materjalid omavad spektri rohelises

osas tundlikkuse lünki. Nendele peab pildistama tingimata kollakasrohelise valgusefiltriga.

Isoortokromaatilised materjalid on täiesti sobivad maastikuvõteteks, kuigi roheluse läbitöötamine saavutatakse siin ainult valgusefiltriga pildistades.

Kui soovitakse roheluse detailtoonide head läbitöötust või tema kujutamist heledates toonides, peab tarvitama eranditult tihedaid valgusefiltreid. Kuid nendega ei tule liialdada, sest et roheluse parema läbitöötuse arvel kujutatakse taevas ja pilved moonutatult; kui kasutada tihedat kollast valgusefiltrit, siis tumesinine taevas kujuneb liiga tumedaks, oranž ja punane aga annavad täiesti musta taeva. Nende maastikuvõtete juures, kus taevas võtab enda alla küllalt suure osa pildiväljast, ei tule seesuguseid valgusefiltreid üldse kasutada.

Pildistamisel tuleb tingimata arvestada kellaaega. Hommikul ja õhtul on valgustuse iseloom teistsugune kui päeval: neil tundidel sisaldab päikesevalgus vähem lühilainelisi ja rohkem pikalainelisi kiiri. Seda põhjustab asjaolu, et hommiku- ja õhtutundidel päikesekiired kulgevad läbi atmosfääri pikemat teed mööda, mille tulemusena spektri lühilaineline osa absorbeerub intensiivsemalt. Nendel kellaaegadel on päikesevalgus küllastatud kollakaspunaste kiirtega ja seega puudub vajadus tihedate värvifiltrite kasutamiseks; on küllaldane, kui ülesvõte teostatakse nõrgalt kollase valgusefiltriga. Mõnikord, kasutades hästi sensibiliseeritud pankromaatilisi materjale, võib tulla toime isegi täiesti ilma valgusefiltrita. Nii võib näiteks filmil СЧС-4 hommiku- ja õhtutundidel teha ülesvõtteid ilma valgusefiltrita.

Hommikul ja õhtul on varjud pikemad, sellepärast on nendel tundidel kergem saavutada ilmekaid ülesvõtteid. Kui valguskiired libisevad mööda puid, rohtu, lilli, siis on kergem fotol edasi anda valgusega küllastatud õhku. Keskpäeval ei õnnestu kunagi edasi anda valguskiirte soojust, mis täidab meid ümbritsevat maailma. Neil kellaaegadel saadakse ülesvõtted külmemad, ilma sisemise sarmita, kuigi seejuures selgeilmelised ja teravad.

Küllalt lihtne on pildistada päikese tõusu ja loojangut; seejuures saadakse väga huvitavaid ülesvõtteid. Tõusu või loojangu hetkel nähtub päike suure ruuge kettana. Ta ei ole pimestav, ei anna valgustara ning teda võib julgesti plaadile jäädvustada (muidugi väga lühikese säritusajaga). Tõusvat või

loojenevat päikest on soovitav pildistada pikafookuselise objektiiviga, et päike tuleks plaadile võimalikult suurema kettana. Niisuguse ülesvõtte peab tegema valgustaratule isoortokromaatilisele materjalile ja kergelt sinise valgusefiltriga.

Tihti tuleb maastikuvõtete juures fotografeerida kaugeid motiive. Kõrgemal asuvast paigast kaugusse vaadates näeme, et esemete piirjooned muutuvad vaatlejast kaugenemisega üha ebateravamaks ja kaotavad oma detailid, kattuvad poolläbipaistva vinega. Mõnel päeval on vine niivõrd tihe, et detailid kaovad juba 300—500 m kaugusel. Kui maastikku pildistada seesuguste ilmadega, tuleb kaugus pildile loiu, halli, peaaegu detailideta laiguna.

Vine tekib õhus leiduva veeauru ja tolmu tagajärjel. Need hajutavad läbi atmosfääri tungivaid päikesekiiri kõikvõimalikesse suundadesse. Mida lühem on kiirte lainepikkus, seda enam hajuvad nad atmosfääris ning hajunud kiired nagu moodustaksid sinaka, kaugust enda taha varjava katte.

Et fotoemulsioon on kõige tundlikum nimelt spektri lühilainelise osa suhtes, siis ilmneb vine ülesvõttel jõulisemalt, kui see vastab meie visuaalsele muljele. Nii näiteks mõnel päeval, mil vaatleja näeb kaugelasuvaid esemeid hästi, tulevad need ülesvõttele ilma detailideta, mõnikord aga ei ole nad pildil hoopiski nähtavad.

Selleks, et vältida vine toimet ja saada läbitöötatud kaugust, peab suure osa lühilainelisi kiiri absorbeerima veel enne fotokihti, takistama nende jõudmist fotoplaadini. Seda saavutatakse valgusefiltrite abil. Absorbeerides sel või teisel määral sinirohelisi kiiri, takistavad valgusefiltrid nende toimet valgustundlikusse kihti. Mida tugevam on vine, seda tihedamat valgusefiltrit peab tarvitama, seda paremini läbitöötatuks osutub siis kaugus (joon. 76).

Kui ülesvõte teha pankromaatilisele materjalile oranži või punase valgusefiltriga, siis võib vine kahjulikku toimet täielikult vältida. Sellega üheaegselt saame aga ka negatiivse tulemuse: ühes vine hävimisega läheb kaduma mulje objekti ruumilisest sügavusest. Kaugemal asuvad pinnad lähenevad eespoolsetele ning ülesvõte kaotab ilmekuse.

Et saada kunstipärast ülesvõtet, peab fotograaf kasutama oma tehnilisi võimalusi pisut vähem ja püüdma kaugete esemete detaile edasi anda nii, et ei läheks kaduma nende kauguse tunne.



Joon. 76. Kaugus on hästi läbi töötatud, sest ülesvõte on tehtud valgusefiltriga.

Vinet võib kõrvaldada ka pildistamisega isoortokromaatilisele materjalile, kuid siis peab kasutama tihedat kollast või veel parem, oranži valgusefiltrit. Ei tule unustada, et üldse kõik valgusefiltrid nõuavad säritusaja pikendamist.

Sageli on maastikkude pildistamisel ahvatlevateks objektideks mets ja metsasalud. Silmale teevad rõõmu päikesekiired,

mis sirgete jugadena valgustavad teerada või metsasihti. Aga kõrvuti heledate laikudega on padrikute hämarus.

Kuid sellised ülesvõtted tihtilugu ei õnnestu. Metsavõtted on üldse rasked. Esimene raskus, millega me seejuures kokku puutume, väljendub vanasõnas: „Puud varjavad metsa ära". Paar-kolm jämedat tüve objektiivi ees varjavad metsa perspektiivi ning pilt on igav, ilmetu. Teine raskus on sobiva valgustuse puudumine. Tihedas metsas on valgusel raske läbi lehtede tungida, harvad valguslaigud libisevad mööda tüvesid, puude all valitseb hämarus.

Nende raskuste vältimiseks tuleb leida pildistamiseks niisugune metsaala, kus puud ei kasva liiga tihedalt ja kus järelikult on enam valgust. Pildistada tuleb lagendikult või metsaservalt, et oleks võimalik esiplaanil seisvatest puudest kaugemale minna; muidu täidavad nad kogu pildiala. Säritusaja peab määrama mitte valguslaikude heleduse, vaid varjuliste osade valgustuse järgi. Pildistama peab isoorto- või pankromaatilisele materjalile helekollase valgusefiltriga. Kõige parem on valida niisugune pildistamispunkt, et päikesekiired langeksid küljelt. Ei tule tarvitada väga pikafookuselist objektiivi. Lühifookuseline objektiiv rõhutab perspektiivsust ja tekitab mulje metsalooduse ruumilisest sügavusest.

Õine maastik.

Lihtsam tee öise efekti saavutamiseks pildil on pildistamine päeva ajal vastu valgust ja tugeva alasäritusega. Öisi ülesvõtteid võib teha ka öösel kuuvalguses, kuid see ei ole ratsionaalne. Pika säritusaja tõttu kuuvalgel ööl saadakse ülesvõte, mis oma olemuselt ei erine päevasest.

Efektsed on kahekordse säritusega ülesvõtted. Utleme, et valisime objekti — suurlinn, jõgi. Asetame aparaadi statiivile ja kinnitame ta tugevasti. Teeme õhtupoolikul ülesvõtte väga lühikese säritusajaga; päikesekiired peavad olema suunatud aparaadi poole. Pildistame niivõrd tugeva alasäritusega, et plaadile saadakse ainult hoonete kerged kontuurid ja päikesehelgid vees. Jättes aparaadi statiivile ja kasseti aparaati, ootame õhtuni. Pimeduse saabudes, kui süttivad sajad tuled, tehakse teine säritus, kestusega 1—2 minutit. Pärast ilmutamist saame täieliku



Joon. 77. Öine ülesvõte.

efekti öisest linnavaatest: väga hästi tuleb välja kuu hõbedane virvendus veel, majade siluetid, tuled.

Kõige tähtsam nendel juhtudel on — leida pildistamiseks absoluutselt rahulik koht, näiteks rõdu, millele võib aparaadi jätta kogu päevaks. Seda meetodit võib kasutada ka tööstusettevõtete pildistamisel. Kõigil juhtudel peab valgustundlik materjal olema valgustaratu (joon. 77).

Pilvede pildistamine.

Pilved on sinisel taeval selgesti eraldatavad tänu värvide kontrastsusele ja valgusvarjudele. Kuid taeva ja pilvede vaheline fotograafiline kontrastsus ei ole kuigi suur. Kui vaadelda taeva ja pilvede spektraalset karakteristikat, siis näeme, et tunduv protsent kummagi kiirgusest satub spektri sinisesse- või helesinisesse ossa, mis teatavasti avaldab valgustundlikule kihile aktiivset toimet. Järelikult annavad nii taevas kui ka pilved negatiivil ühesuguse tumenemise, nende vahel ei ole kontrastsust ja kopeerimisel saadakse positiivil valge või hall toon. Pilvede halba läbitöötavust soodustab veel see asjaolu, et maastiku pildistamisel määratakse säritusaeg maapinnal asuvate esemete järgi ja seetõttu osutub taevas alati tugevasti ülesäritatuks ning on ilma detailideta.

Pilvede ja taeva korralikuks läbitöötamiseks tuleb pildistamist toimetada isopan-, iso- või pankromaatilisele materjalile. Valgusefiltrid nendele materjalidele ei pruugi olla liiga tihedad, kõige sobivamad on nr. 1 ja nr. 2. Kui tarvitada pildistamiseks tihedamaid, s. t. suuremate numbritega valgusefiltreid, siis suureneb kontrastsus pilvede ja taeva vahel ning pilved saavutavad liigse reljeefsuse. Sel juhul võib kergeid pilvi edasi anda äikesepilvedena; mulje maastikust osutub aga moonutatuks. Ent mõningatel juhtudel, vastavalt kompositsioonilisele ideele, võib pilvede selline edasiandmine tõsta pildi ilmekust.

Peab märkima, et isegi pilvitu taeva pildistamisel on valgusefiltri kasutamine tingimata vajalik; alati on parem taevast pildil edasi anda tumehallina kui helevalgena. Tumehall tonaalsus näib parem, sest et assotsieerub pilvise ilma halli taevaga; „valget" taevast aga ei näe me kunagi. Valgusefiltreid tuleb kasutada maastiku pildistamisel isegi tugevalt pilvise ilmaga; sel juhul

osutub maastiku hallitoonilise koloriidi jäljendamine paremaks kui pildistamisel ilma valgusefiltrita.

Mõnikord on vaja pilvi pildistada teaduslik-tehnilisteks otstarveteks. Selle ülesande teostamiseks on vaja maksimaalset täpsust. Niisugusel juhul peab tähelepanu pöörama valgustuse iseloomule ja pilvede värvusele. Säritusaeg tuleb määrata pilvede valgustustugevuse järgi, hoolides vähe maa peal olevate detailide läbitöötuse kvaliteedist. Valgustundlik materjal peab olema kõrgelt sensibiliseeritud; valgusefiltrid olgu tihedad, värvuselt kollased või isegi oranžid. Silmale vaevalt märgatavaid kiud- ja kergeid kihtpilvi tuleb fotografeerida pankromaatilisele materjalile läbi punase valgusefiltri.

Pildistamine sügisel ja pilves ilmaga.

Neid ülesvõtteid peab tegema kontrastsele või isegi eriti kontrastsetele negatiivmaterjalidele. Sügiseste ülesvõtete juures ei ole valgusefiltrite tarvitamine tingimata vajalik, eriti pankromaatiliste materjalide puhul. Isoortokromaatilisele materjalile pildistamisel parandab helekollane valgusefilter tunduvalt süžee edasiande kvaliteeti.

Peamine kompositsiooniline ülesanne, mis kerkib pilvise ilmaga pildistamisel, on jaotada kogu looduse hall mass reaks omavahel tonaalsete kontrastidega piiratud elementideks.

Toome näite: pilves ilmaga on tarvis pildistada märga tänavat, maja ja inimese figuuri. Kui ülesvõte teostada nii: esiplaan — sõidutee, foon — maja fassaad, keskplaan — inimese figuur, siis saame maja fassaadi hallil foonil samuti halli figuuri; ülesvõte kujuneb igavaks ja ilmetuks.

Kuid tarvitseb ainult selja maja poole pöörata, muuta vaatepunkti, nii tabame märjalt sõiduteelt taeva peegelduse ja hall tee muutub valkjaks. Heleda tee foonil joonistuvad selgesti inimese tume kogu ja tumeda fassaadi servad. Tänava lõpus paistavad tumedad majad ja nende kohal hele taevaviir. Niiviisi jaotasime ülesvõtte kogu üldise halli massi neljaks kontrastivaks osaks: tänav (hele toon), maja (tume toon), taevas (hele toon) ja figuur (tume toon).

Kuid toodud näidet ei tule käsitada kui mustrit. Mitte alati ei tarvitse tüüpilises halluses otsida heledaid toone ja kontraste, võib rakendada ka teisi kompositsioonilisi võtteid.

Ülesvõttel on raske edasi anda vihmasadu. On hea, kui üheaegselt vihmaga ilmub nähtavale ka päikesekiir; sel juhul peab pildistama vastu valgust, et vihmapiisad valguse käes sätendaksid. Katiku suure kiiruse juures ei kujune aga vihmapiisad oma väiksuse tõttu pildil nähtavaks. Sellepärast tuleb piisad jugadeks muuta. Selleks on tarvis vähendada diafragmat ning pikendada säritusaega, — siis annavad langevad vihmapiisad pildil jäljed, mis osutuvad seda pikemaks, mida kestvam on säritus. Niisugune ülesvõte annab vihmasaju täielikult edasi. Pikafookuseline objektiiv parendab samuti ülesvõtte kvaliteeti.

Udu peab pildistama ortokromaatilisele materjalile ja ilma valgusefiltrita. Sellega me rõhutame objekti „udusust". Mõnikord võib helesinine valgusefilter alla kriipsutada udu iseloomulikkust, kuid teda peab tarvitama ettevaatusega. Uduse maastiku pildistamisel võib objektiivi ette asetada tüllvõrgu, mis muudab kujutise kontuurid ähmaseks, rõhutades seega maastiku udusust. Seda võtet võib kasutada ka positiivprotsessis, pannes võrgu suurendusaparaadi objektiivile. Ent tuleb märkida, et udusest loodusest tõeliselt kunstipäraste ülesvõtete saamine osutub üpris raskeks ülesandeks.

Pildistamine talvel.

Talvine maastik on fotograafile tänuväärseks teemaks. Talvises maastikus peab piiritlema kahte erinevat valgustingimuse juhtu: pildistamist päikesepaistelise ilmaga ja — pilvise ilmaga. Pilvise ilmaga on meie käsutuses ainult väga kasin toonideskaala. Talvine maastik pilves ilmaga — see on valge foon temal olevate mustade laikudega: puudega, inimestega, majadega. Pildistamistingimused on umbes samasugused nagu sügisel pilvise ilmaga, ainult selle vahega, et siin peab tingimata valgusefiltrit tarvitama.

Tarvitseb aga päikesel paistma hakata — ja kohe omandab talvine must-valge maastik mitmekesiseid peeni tonaalseid nüansse. Tulevad nähtavale mitmesuguse tugevusega pehmed hallid toonid, ilmub ka rikkalikum värvideskaala. Sinine taevas, valged pilved, peened värvivarjundid lumel, roosad, punased, sirelilillad, taevassinised varjud. Niisuguste ülesvõtete juures on vajalik tõsine ja läbimõeldud valgustundlikkude emulsioonide ja valgusefiltrite kasutamine.



Joon. 78. Härmatunud puud.

Helesinine vari valgel lumel. Pildistage seda ortokroomile ilma valgusefiltrita — te saate üleni valge pinna; võtke isoortokromaatiline plaat kollase filtriga — ja selgesti joonistub valgele põhjale pehme hall vari. Pildistamisel pankromaatilisele plaadile punase filtriga joonistub sama vari valge sõmerja lume foonile nagu musta tušiga.

Lumehelbed männi okstel, tumesinine taevas. Nõrgalt sensibiliseeritud materjalil tulevad need kaks pildi elementi vaevalt nähtavale. Pankromaatilised emulsioonid aga annavad edasi ka valguse ja varjude peenimad gradatsioonid lumel, eraldades teda erksalt männi okastest.

Talvise looduse pildistamise praktikas on ideaaljuhuks härmatunud puud heledas päikesevalguses. Talve jooksul esineb vähe selliseid päevi. Iga oksaraoke, iga okkake on siis kaetud peenikeste hõbedaste helvetega. Loodus on põiminud taeva tumedale foonile imekauni särava pitsi. Niisuguse ilmaga teostatakse parimad talvised ülesvõtted (joon. 78).

Talvine süžee on harilikult ikka kontrastne, selle tõttu peab säritusaja määrama väga täpselt, isegi pildistamisel suure fotograafilise ulatusega plaatidele (joon. 79).

Säritusaja määramisel ei tohi orienteeruda süžee kõige tumedamate osade valgustuse järgi, sest et siis saadakse valguste tugev ülesäritus ning nad tulevad pildile ühetaoliselt valgete aladena. Kui aga orienteeruda heleda lume järgi, siis leiab aset objekti tumedate osade tugev alasäritus: hea pildimotiiv, peenelt joonistatud detailidega ja lumega, võib osutuda rikutuks alasäritatud detailide mustade laikude tõttu. Järelikult tuleb valida niisugune säritusaeg, et lumi kujuneb pisut ülesäritatuks, objekti tumedad osad aga, vastupidiselt, kergelt alasäritatuks.

Nagu teada, omab puhas lumi selge ilmaga hele-sinakasvalget varjundit. Varjud temal ei ole aga hallid, vaid sinakashalli värvusega. See asjaolu etendab väga olulist osa pildistamisel ilma valgusefiltrita, sest et siniste kiirte üliküllus „lämmatab" detailid lumel. Siin on ilmne vajadus kasutada valgusefiltrit.

Kui on tingimata vaja pildistada väga lühikese säritusajaga (näiteks spordivõtete puhul), siis peab kasutama helekollast filtrit (nõndanimetatud „momentfiltrit"). Kuid see valgusefilter annab häid tulemusi ainult nende negatiivmaterjalide juures, mis on kõrge üldise spektraalse tundlikkusega.



Joon. 79. Õige säritusega on saavutatud lume hea läbitöötamine.

Heleda päikesevalguse puhul võib esineda valgustara. Selle vältimiseks tuleb kasutada valgustaratut materjali.

Nagu teada, on lumi tugeva peegeldusvõimega; sellepärast peab selliste ülesvõtete juures silmas pidama neidsamu ettevaatusabinõusid, mis vastu valgust pildistamiselgi. Väga häid tulemusi annab objektiivile asetatava 3—4 cm pikkuse varje tarvitamine. Niisuguse varjega pildistatud negatiivid omavad erilist puhtust ja mahlakust.

Mõnikord on väga ahvatlev pildistada sadavat lund. Nii-

sugust motiivi peab pildistama pikafookuseliste objektiividega ja suhteliselt pikema säritusajaga; nii nagu vihma pildistamiselgi saavutatakse lumesaju efekt langevate lumeräitsakate pikaks venitamisega.

Pikafookuseline objektiiv on tarvilik selleks, et objektiivi ja esiplaani vahel oleks suurem sadava lumega täidetud ruum. Ainult siis, kui pildistada objektist 5—7 m kauguselt, võib saavutada lumesaju vajaliku efekti.

Pildistades talvel, tuleb silmas pidada aparaadi käsitsemise erireegleid külmas.

Kunagi ei tohi aparaati hoida kauemat aega külma käes ilma kandekotita, sest et see võib esile kutsuda:

1) iiris-diafragma lamellide väljalangemise,

2) pilukatiku tegevuse lakkamise.

Niisugune katiku rike annab end alati tunda. Tuleb arvesse võtta, et nõrga vedrupinge puhul on külmas katiku tegevus peaaegu alati aeglasem kui kiirusteskaalale märgitud. Seda põhjustab asjaolu, et gummeeritud rulood külmuvad ja kaotavad oma elastsuse. Kui katik on külmunud, peab töötamise otsekohe katkestama, sest muidu võib ruloo murduda.

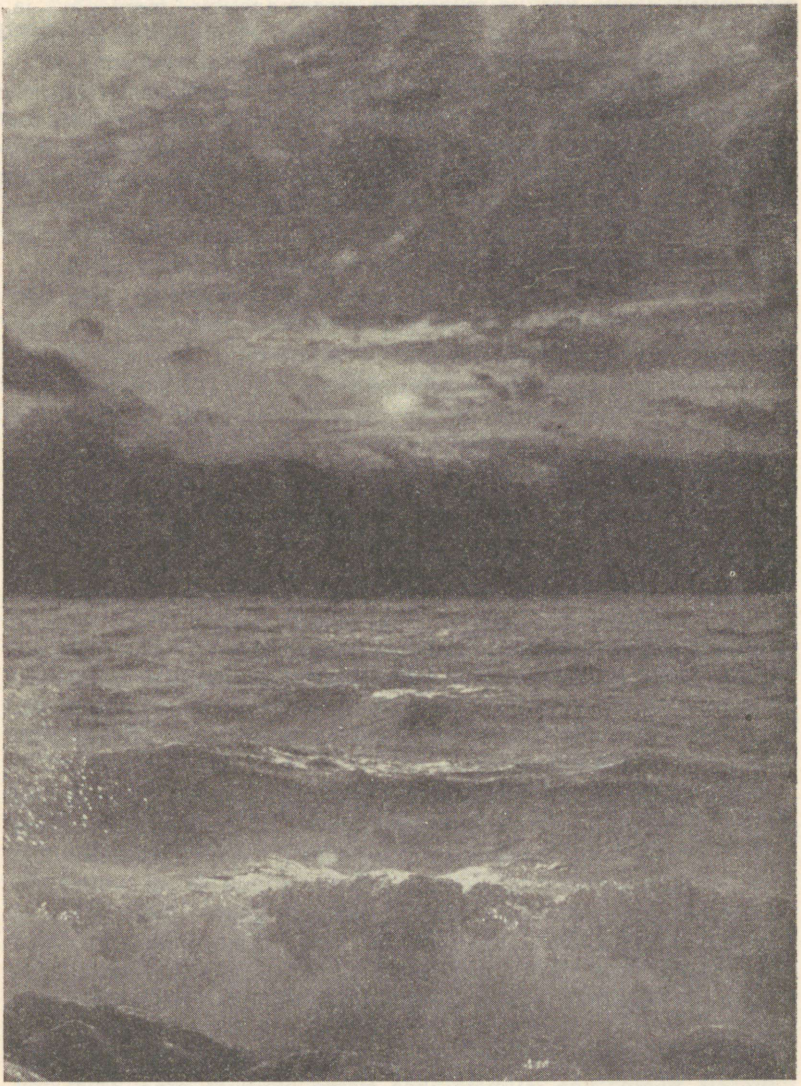
Sektorkatikud töötavad takistusteta harilikult kuni —15° C.

Pildistamiselt tagasi tulles ei tohi kaamerat otsekohe kandekotist välja võtta, vaid anda talle aega soojenemiseks ja ainult seejärel kuivatada kõik tema osad pehme lapiga. Külma aparaadi kuivatamisel ei ole mõtet, sest et samal hetkel kondenseerub talle uuesti õhuniiskus.

Mere pildistamine.

Merd on raske pildistada. Kaks peaaegu ühesuguse heledusega pinda — meri ja taevas — on eraldatud horisondijoonega. Horisondijoon on rahu, tasakaalukuse kehastus. Meri aga ei ole ju alati vaikne. Meri esineb vahel hirmuäratavana ja tormisena. Meri — see on miljoneid päikesehelke selgel pilvitul päeval. Mere värvid on muutlikud — tumehallid, helerohelised, tinahallid, tumesinised, helesinised.

Meri esineb kord peegelsiledana, vahel aga kattub ta pind väikese virvendusega või tugeva lainetusega. Taevas on samuti muutlik: on pilves või pilvitu, on kaetud tinaste pilverüngastega või on ühtlaselt hall... Kõik need varjundid ja veepinna seisun-



Joon. 80. Vastu päikest pildistatud meri (annab öise ülesvõtte mulje).

did, samuti taeva värvus määravad meremaastiku „meeleolu" ja seda meeleolu võib edasi anda, kasutades värvitundlikke emulsioone ja valgusefiltreid.

Juhul, kui rohelist merd ja sinist taevast pildistada nõrgalt sensibiliseeritud materjalile, saame pildil valge taeva ja musta vee. Kasutades aga isoortokromaatilist materjali ja kollast valgusefiltrit, saavutame taeva ja mere õigema heleduse. Kuid pankromaatilisel materjalil koos punase või rohelise valgusefiltriga võime rohelise vee edasi anda heledas toonis, taeva aga muuta tumedaks, tihedaks, kuni üsna mustaks, öiseks.

Toodud juhtum näitab, et me võime maastiku detailide heledusi mitte ainult õiges vahekorras edasi anda, vaid võime heleduste suhet ka oma soovi kohaselt muuta.

Pildistades väikest siledapinnalist veekogu, saadakse vesi mustana. Roheline valgusefilter pankromaatilisele emulsioonile muudab vee tugevasti heledamaks. Pildistades väikesi veekogusid, rohelusega ümbritsetud tiikisid, lahesoppe, jõekäärusid jne., tarvitame samuti seda meetodit vee ja ühtlasi ümbritseva lehestiku heleduse saavutamiseks. Samal ajal me valgusefiltrite abil tõstame taeva foonil esile pilved.

Suurt tähtsust veekogude pildistamisel omab vee enda valgustus: valgusemäng lainetel elustab pilti vägagi. Sile veepind paistab ühesugusena iga valgustuse puhul; kui aga vesi on kaetud virvendusega või õõtsub temal kerge laine, siis on parem pildistada vastu valgust, kuid päikese suhtes teatava nurga all. Sel juhul vee iga lokse peegeldab päikest ning täidab pildi tuhandete eredate helkidega.

Siin peab olema ettevaatlik: kui päikesekiired suunduvad objektiivi, muutub vesi täpiliseks pinnaks, mis ei sarnane sugugi meie silmade harjumuspärasele veepinna ilmele. Päikesekiirte sobivam suund on eest-küljelt, optilisele teljele 45°-se nurga all.

Mereülesvõtted vastu valgust võivad anda väga efektseid tulemusi. Pildistades vastu päikest ja rakendades suurt alasäritust, saame „öise" ülesvõtte „kuu" vastuhelgiga vees (joon. 80.) Niisuguse ülesvõtte puhul saadakse ümbritsevad esemed siluettidena.

Kui päike on kaetud pilvedega ja tema kiired ei lange vahetult veele, siis pildistatakse vastu valgust ning alasäritusega, saame tormieelse mere mulje.

Meremaastikkude pildistamisel etendab suurt osa pildistamispunkt ja -suund.

Kui me asume kaldal veekogu juures ja vaatame horisondile, siis suure osa meie vaateväljast võtab enda alla taevas. Kui aga tõusta mäe otsa ja vaadata sealt merele, siis ei võta taevas enam pildil palju ruumi. Kõrge vaatepunkti puhul rõhutatakse pilves ilmaga väga hästi veeruumi perspektiivi ja kaugust. Päike langeb läbi pilvede veele laikudena ja kuni horisondini asub vee peal alati 5—6 niisugust laiku — sädelevat vööti.

Murdlainete pildistamisel on madal pildistuspunkt vajalik. Madalast punktist pildistatud laine saadakse pildil suurena, kõrgena. Murdlaine pildistamise peab teostama kõige väiksema säritusajaga: siis ei näi pritsmed ja piisad nihkununa, vaid igaühte kujutatakse eraldi, moodustades vahu ja veejugade peene joonistuse. Väga harva esineb murdlainete pildistamiseks ideaalseid tingimusi. Kõige sobivamaid võimalusi leidub selleks ainult päikesepaistelise ilmaga toimuva tormi ajal. Sel juhul võimaldab hele päikesevalgus rakendada kiirust kuni 1/1000 sekundit ning iga veepiisk särab pildil nagu briljant.

Pildistamine mägedes.

Sedaliiki ülesvõtete tegemisel peab silmas pidama rida tehnilisi reegleid, millede ignoreerimine tingib alaväärtuslike piltide saamise.

Mägedes pildistades tuleb säritusaega pisut lühendada võrreldes ülesvõtetega tasandikul. See tuleneb sellest, et mida kõrgemal pildistatakse, seda suurem on siniste-helesiniste (lühikeste) kiirte intensiivsus. Kui pildistamisel ei tehta säritusajas kõrgusele vastavaid parandusi, siis on suured ülesäritused välditamatud.

Mägedele tõusmisega muutub tugevasti taevalaotuse värvitoon: mida kõrgemale, seda tumedamaks ta muutub. See nähtus seletub sellega, et me tajume taevalaotuse helesinist värvust kui õhuosakestest ja veeaurust põhjustatud lühilaineliste kiirte hajumise tulemust. Inimene läbib mäkke tõusmisel osa atmosfääri, ehkki väga väikese võrreldes kogu õhukihi paksusega, see-eest aga küllalt tiheda, küllastatud veeauruga ja maapealse tolmuga. Seoses sellega väheneb kõrguses lühilaineliste kiirte hajumine:

taeva värvus kujuneb violett-siniseks, stratosfääris aga on ta juba peaaegu must. Nii on selge, mispärast peab mägedes valgusefiltreid tarvitama erilise ettevaatusega. Tihedate valgusefiltrite kasutamiseks ei ole siin vajadust, sest et kõrgmägedes kanduvad pilved pildile alati täiesti rahuldavalt nõrgalt-kollase valgusefiltriga.

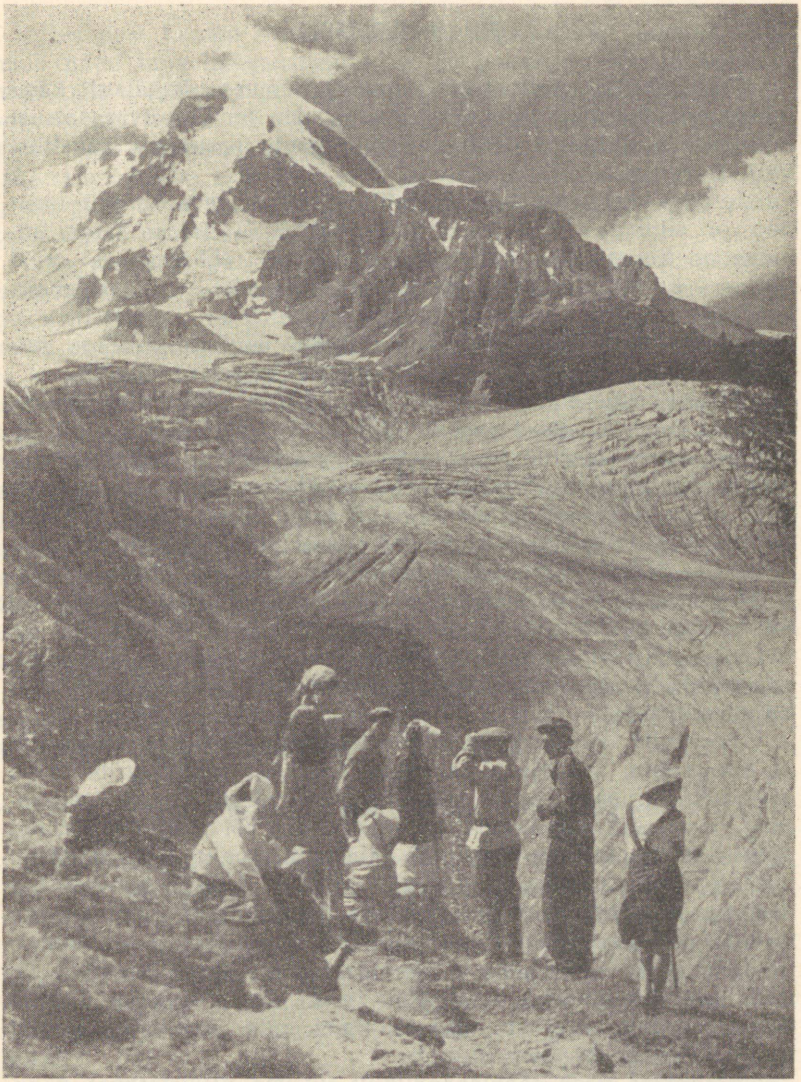
Mägedes võib 1500—1600 m kõrgusel (lumeta esiplaani puhul) saada pilvede head läbitöötust ortokroomil nõrga valgusefiltriga, 2000—2500 m kõrgusel aga ka ilma filtrita. Sagedasti võib tabada mägestikuvõtetel musta taevast — see on valgusefiltrite kuritarvitamise tagajärg.

Selleks, et mägedes õigesti edasi anda perspektiivi, näidata tumeda esiplaani järkjärgulist üleminekut heledaks kauguseks, peab pildistama ainult väga nõrga valgusefiltriga. Tihedad valgusefiltrid toovad kauguse esile liiga selgelt, mistõttu kaugemal asuvad pinnad tulevad pildile lamedatena ning ruumilisuse mulje läheb kaotsi. Õhulist perspektiivi on mägedes märksa raskem edasi anda kui tasandikul. Et ülesvõtte õnnestumine oleks tagatud — sest hilisem võtte kordamine mägedes on väga raske — on kasulik iga ülesvõtet dubleerida, seejuures mitmesuguse ajaga säritades ja pildistades nii valgusefiltriga kui ka ilma. Kõige parem on mägedes pildistada varahommikul; nendel tundidel antakse õhuline perspektiiv edasi kõige paremini. Pilves ilm soodustab samuti ilmekamate ülesvõtete saamist.

Heledatel päikeseküllastel päevadel pildistades tuleb valida hästi tume esiplaan ja säritusaeg määrata selle järgi. Kaugused osutuvad seejuures mõnevõrra ülesäritatuks ja tulevad pildile heledamatena kui esiplaan; niisugune tiheduste üleminek pildil suurendab tunduvalt kujutise reljeefsust (joon. 81).

Jääliustikkude pildistamisel peab arvestama kõiki märkusi ja juhendeid, mis on toodud talviste ülesvõtete juures. Mägedes on figuurid lume või jää foonil mõnikord kaetud helendava looriga. Seda nähtust võib vältida, kui pildistada väikese diafragmaga ja objektiivi ette asetada varje. Figuuride pildistamist lumel või jääl peab teostama väikeselt kauguselt; asuvad nad aga aparaadist kaugel, siis on heledat loori raske vältida.

Kui soovitakse saada valgushelke jääl, siis tuleb pildistada vastu valgust.



Joon. 81. Õige säritus andis ülesvõtte hästi läbitöötatud kaugusega. Taevas on normaalse tihedusega.

70. PORTREE.

Fotograafiline portree peab andma inimese põhjalikult käsiteldud kuju — peab esile tooma, kajastama tema individuaalsust iseloomustavaid jooni, leidma sellele sisule vastavaid kunstilisi väljendusvorme.

Inimese emotsioonide üle võib otsustada mitte ainult tema näo ja silmade, vaid ka üldkuju, käte ja riietuse järgi. Inimene on kunstnikule mitte üksnes kõige võluvamaks, vaid ühtlasi ka käsitlemisel kõige keerukamaks ja raskemaks süžeeks.

Fotoportree-kunst sündis fotograafia leiutamise kõige esimestel aastatel — sellest annavad tunnistust dagerrotüübid.

Maalikunsti jõud seisab tüüpide kujundamise võimalustes, milledes individuaalsed jooned üldistuvad ning kujutatavad isikud muutuvad epohhi, klassi, rahva tüüpilisteks esindajateks. Maalikunst lubab sellist sünteesi teostada, sest et kunstnik võib kõrvaldada kõik juhuslikud detailid ning jätta ainult olulise. Kahjuks on fotograafias need võimalused palju piiratumad: fotograaf-kunstnik peab tarvitama keerukaid tehnilisi võtteid selleks, et fotoportreelt kõrvaldada juhuslikku ja teisejärgulist, kusjuures mitte alati ei ole nende võtete tarvitamine edukas. Ent tal on võimalus näo tähtsamaid detaile edasi anda sellise täpsusega, mis on maalil täiesti kättesaadamatud. Selles on fotograafia suur kujutamisjõud.

Portretist taotleb kõigepealt sarnasust. Näib paradoksaalsena, et fotograafia, mis täpseimal viisil reaalsust registreerib, võib anda mittesarnase kujutise. Ometi me kõik oleme näinud fotograafilisi portreesid, mis ei omanud mingisugust või omasid õige nõrka sarnasust originaaliga. Sõltuvalt pildistamispunktist ja valgustusest, muutub näo ilme tugevasti. Näo ühed detailid kaovad, teised aga kerkivad esile erilise jõuga. Pildistamisel peab oskama tabada momenti, mis iseloomustab individuaalsust ja on temale kõige tüüpilisem. Selleks, et saavutada sarnanevat portreed, on vaja modelli eelnevalt mõnevõrra tunda. Portree ei pea peegeldama ainuüksi näojooni, vaid ka ilmet: pilk, pea hoiak võivad avada inimese sisemise olemuse.

Fotograaf peab tähelepanelikult uurima pildistatavat nägu. Temale toob inimese füsiognoomia uurimine samasugust kasu kui maalikunstnikule anatoomia tundmaõppimine.

Kes pole kunagi inimese nägu tähelepanelikult uurinud, see näeb nüüd oma hämmastuseks, et on peaaegu võimata kohata nägu, mille mõlemad pooled oleksid täiesti sümmeetrilised. See selgub, kui kujutluses jagada nägu vertikaaljoonega pooleks, mille tagajärjel muutub tema asümmeetria kohe märgatavaks, näiteks: suunurkade erinevus, silmade erisugune asetus jne. Fotograaf peab seda arvestama ja valima selle näopoole, mis näib talle ilusam või iseloomustavam.

Ka vasak ja parem profiil osutuvad harva täielikult sarnasteks; seepärast peab nende vahel tegema valiku. Pea kuju mängib eriti tähtsat osa pildistamispunkti ja -nurga valikul. Näiteks sobib ümmarguse näo pildistamiseks kolmveerandpöörde asend (s. t. külg- ja eestvaate vahepealne asend), millel on see paremus, et varjab osa näost, andes sel kombel näole piklikuma kuju. Sama efekti aitab saavutada ka näo kerge ettepoole kallutamine. Valgustus on portreede pildistamisel erakorraliselt tähtsaks teguriks. Teravate joontega mehenäo edasiandmiseks sobib järsk valgustus; naiste ja laste nägudele on soovitav mahe valgustus. Portreede pildistamisel ei sõltu edu mitte ainult pildistamise tehnikast või erilistest meetoditest, vaid ka tähelepanelikkusest, millega fotograaf ühe ja sama näo paljudest aspektidest välja valib kõige ilmekama. Osata parajal ajal tabada ja fikseerida seda aspekti — selles seisab fotoportretisti ülesanne.

Selle ülesande lahendamiseks tuleb mobiliseerida kõik fotograafia käsutuses olevad vahendid — valgus, objektiivid, negatiivmaterjalid ja fotopaberid.

Valgus ja selle osatähtsus pildistamisel.

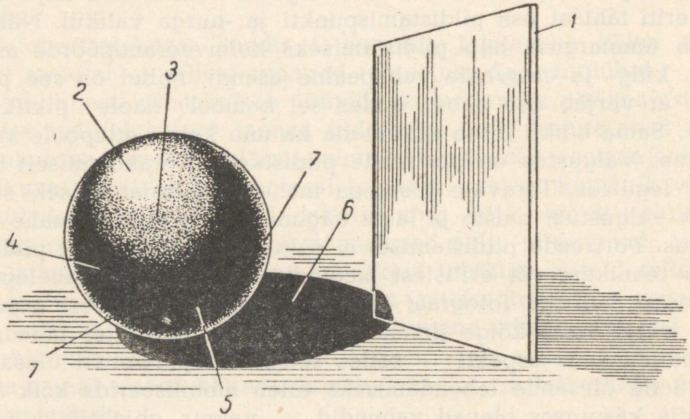
Valgus on portreteerimisel võimsaks teguriks mõjuva pildi loomisel. Sellepärast on fotograaf kohustatud hoolikalt uurima valguse kõiki iseärasusi ja õppima teda oma töös rakendama.

Valgus langeb erinevatele pindadele erisuguselt, tekitades kõige mitmekesisemaid muljeid pildistatava eseme ruumilisusest, vormist, massist ja faktuurist. Sellepärast on valgustus, eriti kui teda saab juhtida, võimsaks vahendiks mõjuva pildi kujundamisel.

Õnnelikult valitud valgustus annab võimaluse mitte üksnes otsustada esemete ruumilisuse üle, vaid ka tunnetada seda. Eriti käib see esemete kohta, mis on ruumis piiratud kõverjoontega

ja ebatasaste kõverpindadega, nagu inimese pea ja keha portreel.

Lihtsamalt öeldes, iga ese koosneb tasapindadest, kumerustest, lohkudest, milledele kiired langevad mitmesuguste nurkade all. Selle tagajärjel, samuti aga ka tingituna sellest, et objekti pindade detailid peegeldavad ja neelavad valguskiiri mitmesuguselt, tekivad objektil valgused ja varjud. Just nende järgi oleme harjunud esemete kuju määrama. Juhtides valguste ja varjude tekkimist, muudab fotograaf oma meelevalla järgi eseme kuju.



Joon. 82. Valgustusastmik: 1 ja 3 — valgus; 2 — helk; 4 — poolvari, 5 — vari; 6 — heitevari; 7 — refleks.

Valgustusastmik omakorda määratakse kindlaks esemete kujuga ja detailide valgustustugevuse erinevusega. Valgustamisel saadud toonideskaala võib jämedalt jaotada järgmisteks gruppideks:

helk,
valgus,
refleks,
pooltoon,
vari.

Valgusteks nimetatakse kujutistel pindasid, mis on pööratud valgusallika poole ja on sellepärast kõige rohkem valgusta-

tud, aga ka valgusallikate eneste kujutisi — taevas, lamp jms. (1 ja 3 — joon. 82).

Varjudeks nimetatakse pindu, mis on valgusallikast ära pööratud ning on seetõttu kõige vähem valgustatud (enda varjud — 5, joon. 82), samuti aga pindu, mis on valgusallika poole pööratud väikeste nurkade all ja on seepärast nõrgalt valgustatud (4 — joon. 82).

Helk on valguslaik (valgusallika peegeldus) kumeral heledasti valgustatud, harilikult läikival pinnal (2 — joon. 82).

Refleks on valgustus peegeldunud valgusest, mis langeb varjude piirkonda (7 — joon. 82). Helk elustab valgustatud pinda ja rikastab detailidega valguste ülemínekuid. Täpselt samuti rikastab refleks varjudes valgustuse skaalat, muutes musta laiguna esineva varju rohkete varjunditega pinnaks.

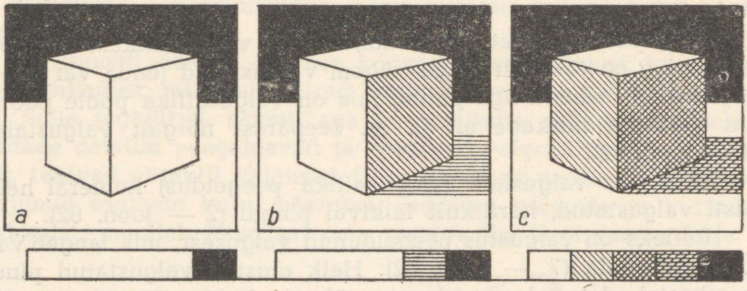
Valgustus liigitub hajutatud, suunatud ja kombineeritud valgustuseks.

Hajutatud valgustus on vaene valgusefektide poolest. Hajutatud valgustusega valgustatud nägu ja esemed omavad ainult valgusi ja poolvarje; neil puuduvad helgid, refleksid ja varjud. Sellepärast hävitab hajutatud valgustus esemete kuju ja muudab nad pinnaliseks. Joonisel 83-a näeme niisugust efekti hajutatud valgusega valgustatud valge kuubi juures, mis asub valgel tasapinnal. Kogu valgustuse skaala piirdub siin kahe astmega — heleda esemega ja tumeda fooniga. Niisugune valgustus ei kõlba portree-ülesvõteteks ja seda kasutatakse üldse äärmiselt harva.

Suunatud valgustus võimaldab esile tuua meid ümbritsevatel esemetel toimuva valgusmängu kogu rikkust. Suunatud valgustuse juures tekivad oma- ja heitevarjud (joon. 83-b): kumerustele ilmuvad helgid, esemed omandavad ruumilisuse, tulevad esile pindade struktuuri ainelised iseärasused (faktuur), näiteks näonahal.

Portreevõtete juures kasutatakse sageli seda valgustusviisi (joon. 84). Ühest valgusallikast suunatud valgus tekitab aga ülemäära kontrastse kujutise. Seda saab vältida kahe või enama valgusallika kasutamisega.

Kombineeritud valgustus on suunatud ja hajutatud valgustuse kombinatsioon. Kombineeritud valgustusel on märgatavaid paremusi võrreldes kahe eelmisega. Kasutades seda valgustusviisi, võib saavutada tähelepanuväärivaid efekte.



Joon. 83. Valgustuse iseloom: a — hajutatud; b — suunatud ja c — kombineeritud: suunatult-hajutatud.

Joonisel 83-c on toodud kombineeritud valgustuse näide.

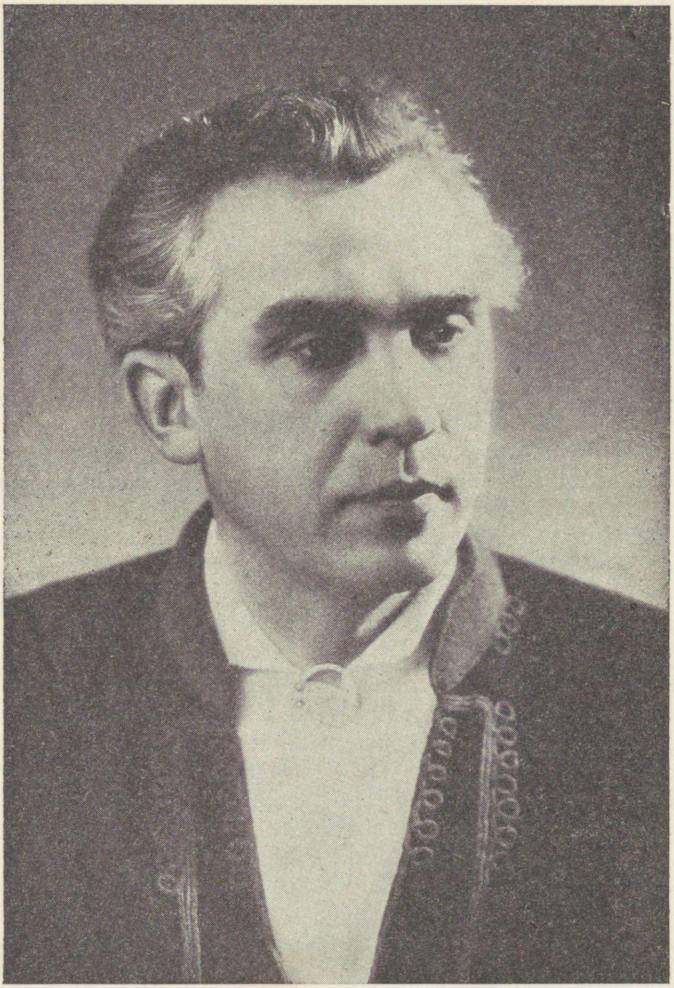
Kombineeritud valgustuse juures peab otsevalgus omama ülekaalu hajutatud valguse üle seevõrra, et varjude sügavus väheneks ning detailide läbitöötus nendes osutuks võimalikuks. Joonisel 85 on toodud kombineeritud valgusega pildistatud portree.

Kunstliku valguse juures on soovitav kasutada kõikjal kombineeritud valgustust; sel juhul töötatakse läbi varjud ja kujundite edasiandmine osutub detailsemaks.

Portreevõtete juures on see peaaegu kohustuslikuks tingimuseks.

On tähtis märkida, et suunatud valgustuse iseloom muutub valguspunkti kaugenemisega objektist. Teatavasti muutub eseme valgustustugevus (punktilise valgusallikaga valgustamisel) pöördvõrdeliselt valgusallika kauguse ruuduga. Kuid peale objekti üldise valgustustugevuse muutuse muutub ka valguste ja varjude heleduse vahekord. Valguste heledus kahaneb kiiremini. See toimub varjude mõnevõrdsest valgustumisest hajutatud valguse arvel. Niiviisi, üldise valgustuse vähendamine kunstliku valgusallika eemaldamise teel kutsub üheaegselt esile ka kontrastsuse vähenemise.

Oma iseloomult võib valgustus olla t e r a v, kui valgusallikas esineb punkti kujul — voltakaar, poolvatt-lamp; p e h m e n d a t u d, kui valgustav punkt on varjatud poolläbipaistva ekraaniga (paberist, piimklaasist, tüllist) ja p e h m e, kui valgusallikana esineb näiteks lai reflektor, suur aken jms.



Joon. 84. Suunatud valgustus (3 lampi).

Valgustuse liik avaldub varjude piirjoontes. Terava valgustuse puhul on varjude piirid väga täpselt joonistatud ja kujundite reljeefsus on liialdatud: tekib mulje, et kujundi kõik lohud on süvenenud. Portreevõtetel annab terav valgustus ebameeldiva kujutise.

Pehmendatud valgustus annab ähmaste kontuuridega varje ja vähendab objekti reljeefsust.

Pehme valgustus suurendab seda efekti veel enam, vähendab veel enam varjude tumedust ning seetõttu on see valgustusviis portreevõtete juures eelistatuim.

Valgustus võib olla lihtne — kui valgusel on üks suund, ja komplitseeritud — kui valgus tuleb mitmest suunast, väljudes kahest või enamast valgusallikast.

Komplitseeritud valgustus omab lihtsa viisi ees alati paremusi, sest et pakub fotograafile suuremaid võimalusi.

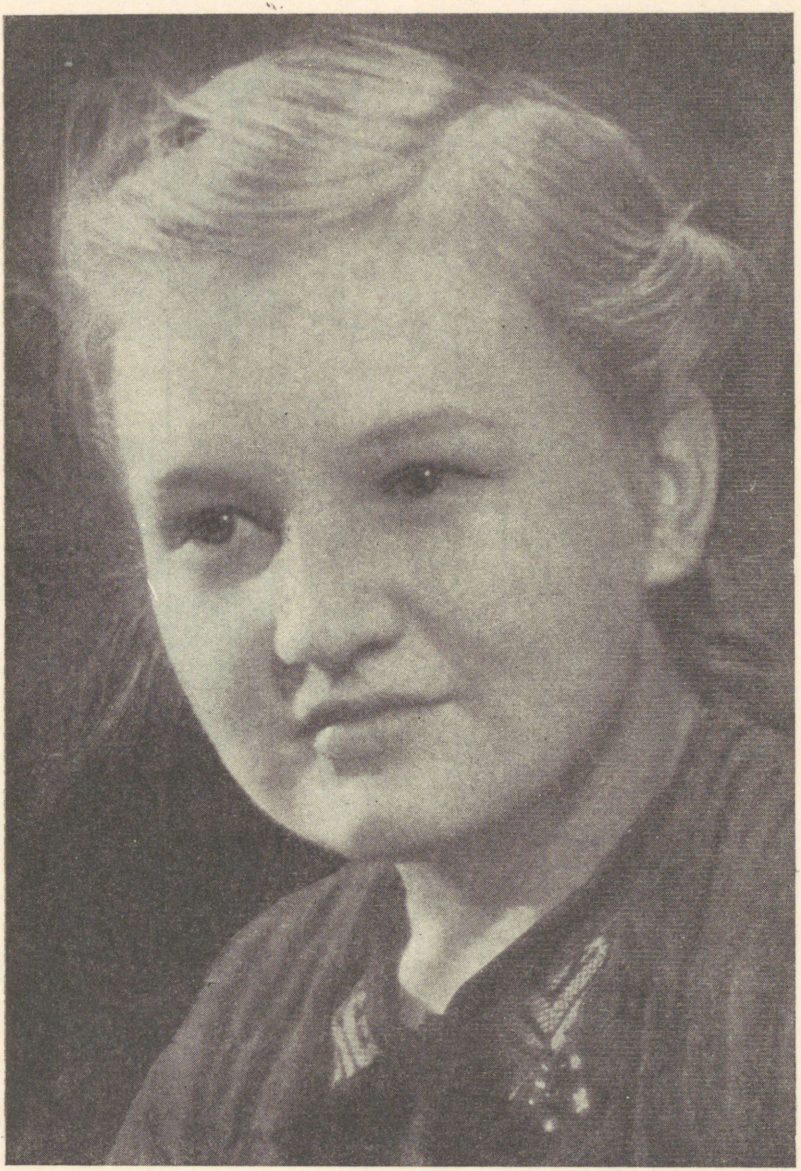
Fotograaf-kunstnik seisab ülesande ees — valida niisugune valgustusviis, mis tooks portrees esile pildistatava isiku iseloomu. Kahe valgusallika kasutamisel ei või need olla ühetugevused: kui üks nendest on võimas, peab teine olema nõrgem. Nende kaugus ja asend objekti suhtes võivad olla erinevad, üks nendest võib anda teravat, teine pehmemat valgust. Ühte valgusallikat võib tarvitada kombinatsioonis reflekteeriva ekraaniga, teist aga ilma selleta. Võib kasutada ka loomuliku ja kunstliku valguse kombinatsiooni. Igaühte neist variantidest võib omakorda piiramatult muuta.

Pildistamisel mängib väga suurt osa valguse suund.

Kui valgusallikas on paigutatud objektist kõrgemale, siis on ülaltvalgustus; on ta objektist madalamal, siis altvalgustus. Peale selle võib valgusallikas asetseda objekti taga, ees või külgedel.

Kujutame ette vertikaalset tasapinda, mis läbib objektiivi optilist peatelge. Kui valgusallikas asub sellel tasapinnal objekti taga, siis on meil tegemist tagantvalgustusega.

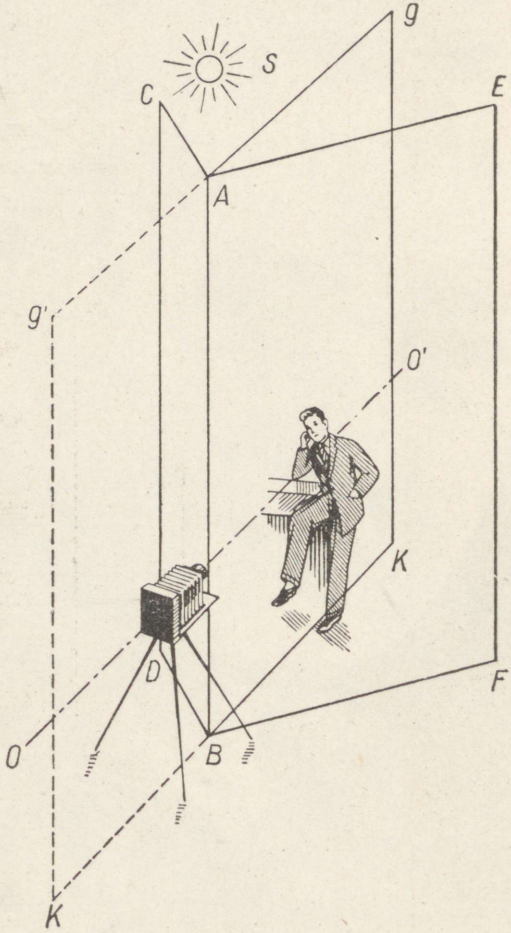
Kui aga valgusallikas väljub tasapinnast vähe vasakule või paremale, siis praktiliselt on meil ikkagi tagantvalgustus. Objekti valgustatakse kaamerast ärapööratud küljelt, objektiivi poole aga on suunatud ainult varjud. Sellepärast võime valgustust nimetada tagantvalgustuseks kõikidel juhtudel, kui valgusallikas asub objekti taga, objektiivi vaatenurka piiravate vertikaaltasapindade vahel.



Joon. 85. Kombineeritud valgustus (2 lampi).

Joonisel 86 on OO' optiline peatelg, $gg'kk'$ — seda telge läbiv vertikaaltasapind. Et valgusallikas S asub kõrgel, siis ei haara teda objektiivi vaateväli, küll asub ta aga objektiivi pildinurgale võrdses kahetahulises nurgas CAE.

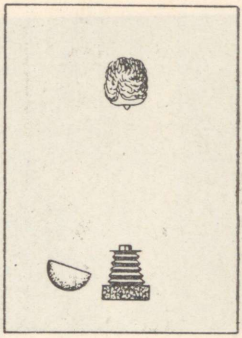
Eestvalgustuseks nimetame niisugust valgustust, mille juu-



Joon. 86. Valgustusviiside skeem.

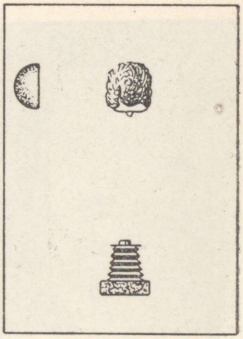


1 — valgus langeb eest; nägu on heledasti valgustatud ning näib lamedana, valgustatakse ühe lambiga



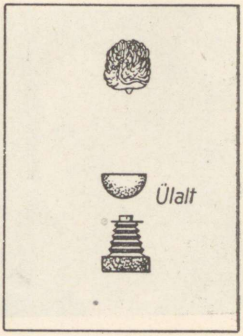


2 — valgus langeb küljelt; nägu jaguneb kaheks tasapinnaks — heledasti valgustatuks ja tumedaks





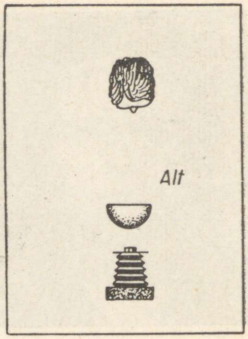
3 — valgus langeb ülalt; silmaaukudes, nina all, lõual ja kaelal on sügavad varjud



Joon. 87.

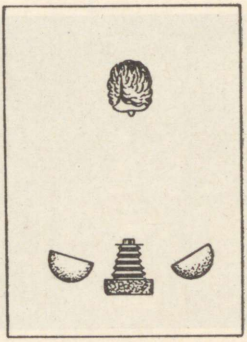


4 — valgus langeb alt; alahuulel, ninal ja laubal on sügavad varjud



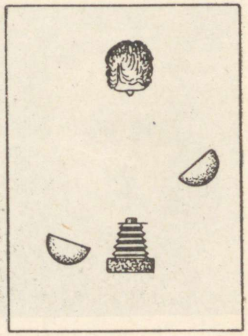


5 — valgus langeb eest; nägu on heledasti valgustatud ja näib lamedana, valgustatakse kahe lambiga





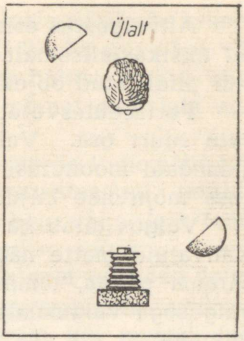
6 — kombineeritud valgustus kahe lambiga; nägu on hästi läbi töötatud, kuid juuksed on monotoonselt tumedad



Joon. 88.

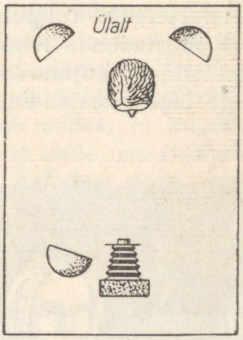


7 — kombineeritud valgustus kahe lambiga, valgusallikate otstarbeka paigutusega on saavutatud mahlakas portree





8 — kombineeritud valgustus kolme lambiga; selgesti avaldub näo reljeefsus; portree on elav ja huvitav



Joon. 89.

res valgusallikas asub kaamera taga vertikaalsel tasapinnal (joon. 86 — tasapind *g'ABk'*). Tagantvalgustus rõhutab ruumilisust ja mahtu, eestvalgustus aga muudab objekti pinnaliseks.

Eestvalgustamisel ei saa valgusallikat ümber paigutada, sest et tema väljumisel vertikaaltasapinnast muutub valgustuse efekt ning seda tajutakse juba küljeltvalgustusena.

Küljeltvalgustus on niisugune valgustus, kus valgusallikas paikneb tasapinnast g'ABk' paremal või vasakul. Valgusallika asukohast sõltuvalt nimetatakse küljeltvalgustust parempoolseks või vasakpoolseks.

Altvalgustus esineb väga harva, sellepärast ei peatu me sellel üksikasjalisemalt. Ütleme vaid, et selle valgustuse juures ei näi pildistatud objekt loomulikuna.

Portreeülesvõtete juures etendab valguse suunamine määratu suurt osa. Valgustuse oskamatu kasutamine põhjustab jämedaid moonutusi. Joonistel 87, 88 ja 89 on näidatud valgustuse mõju näo kujutise iseloomule.

Valgus aitab ka edasi anda portree nõutavat toonideskaalat. Kahvatuid matte nägusid võib paari-kolme valgusallika abil särama panna, tõmmusid helkivaid nägusid aga võib hajutatud valgusega valgustades kujutada peenelt modelleeritud pehmetes toonides.

Õige toonideskaala kujundamine portree juures ei ole mõeldav ilma sensibiliseeritud materjalide ja valgusefiltri tarvitamiseta. Heledad tulipunased juuksed saadakse harilikkudel plaatidel mustadena; tõmmu näoga inimene tuleb välja neegrina; sinised silmad kujunevad värvituteks, kalasilmade taolisteks. Värvide õige edasiandmise korral ei esine selliseid moonutusi.



Joon. 90. Kujutise tonaalne tasakaal.

Kogu kujutise pinda võib vaadelda kui valguslaikude kompleksi. Tasapinnale asetatud laigud köidavad tähelepanu ühel või teisel määral. Ühtlaselt valgest, mustast või hallist libiseb silm üle peatumata ühelgi punktil. Ühetoonilisel pinnal olev laik aga tõmbab enesele tähelepanu.

Joonisel 90 on toodud kaks portreed: esimese tume põhi, mis ei ole osadeks jaotatud heledate käte joonistusega, tekitab raskuse-, tasakaalutusetunde; käte ja rätiku hele valguslaik tasakaalustab portreed, kujundab kompositsioonilise terviku.

Laigud ei ole tajutavad ühesuguselt. Valgeid ja musti laike tajutakse tugevamini kui halle, suuri tugevamini kui väikesi. Valgeid laike hallil foonil tajutakse nõrgemini kui mustal, jne.

Portree tonaalse kompositsiooni lahendamisega me viime tasakaalu valguslaikude süsteemi.

See ei tähenda, et laigud peavad paigutuma sümmeetriliselt. Vastupidi, üks laik peab valguslaikude süsteemis omama tublisti ülekaalu. Kompositsiooniskeemis peavad olema ka teise- ja kolmandajärgulise tonaalse tugevusega laigud. Kuid kogu ratsionaalse valguskompositsiooni ülesanne seisab selles, et kujutise teatava osa valguse tugevus vastaks ülesvõtte selle osa sisu mõttele. Ka põhi- ja teisejärguliste detailide heledus aitab meil objekti sisu esile tuua.

Portree pildistamine vabas õhus.

Vabas õhus on portreed raske pildistada, sest et fotograaf ei saa valgustuse iseloomu täielikult reguleerida oma soovi kohaselt. Vabas õhus pildistamisel tuleb tarvitada suureformaadilisi reflekteerivaid ekraane või kasutada loomulikkude reflektoritena majade seinu. Heleda päikese juures tuleb ülemist päikesevalgustust ekraaniga pehmendada, sest et eest ja ülalt langev päikesevalgus ei kõlba — annab liiga kontrastse kujutise. Ekraan tuleb asetada fotografeeritava pea kohale.

Ainult harvadel juhtudel osutub niisugune valgustus efektseks, näiteks fotografeerides laia viltkaabuga mägilast või ukrainlast laiaäärelise õlgkübaraga või jälle naist päevavarjuga. Laiaäärelise kübar ekraneerib modelli laupa ja silmi, pehmendab kontrastsust, aitab luua hästi detailiseeritud näoga portree. Seejuures säilib mulje valgusega täidetud õhust ning kuuma valguseküllase ilma tunne

Etnograafilisi portreesid, millede juures fotograaf seab oma eesmärgiks näidata ühe või teise rahvuse esindaja välist ilmet ja iseloomu, tuleb teha vabas looduses. Maastik peab seejuures moodustama etnograafilise tüübi lahutamatu osa, mitte aga esinema ainult portreed elustava foonina. On arusaadav, et fooni mingistki ähmasusest ja ebateravusest ei või olla juttu, kuid kujutise perspektiivsust peab tingimata silmas pidama. Seejuures on hea ära kasutada õhuvinet, mis tekitab hõlpsasti ruumi sügavuse mulje.

Vabas looduses töötavate inimeste portreteerimist on samuti parem teostada väljas, nende tööobjektide taustal. Niisuguste ülesvõtete puhul peab silmas pidama järgmisi reegleid:

a) pildistada hommikul või õhtul, kui valgus on rohkem hajutatud;

b) kui neil kellaaegadel ei osutu pildistamine võimalikuks, siis tuleb seda teha hetkel, mil päike on pilve taga;

c) võib kasutada puude varju, rõdusid, katusealuseid kui loomulikke ekraane, mis pehmendavad modelli valgustuse eredust.

Seda liiki ülesvõtete peamiseks väärtuseks on võimalus kasutada hetksäritust, mis võimaldab inimese elava, sundimatu ilme tabamist. Sel teel on kergem vältida objekti kramplikkust, ebaloomulikku pingulolekut, mis esineb vältvõtete juures.

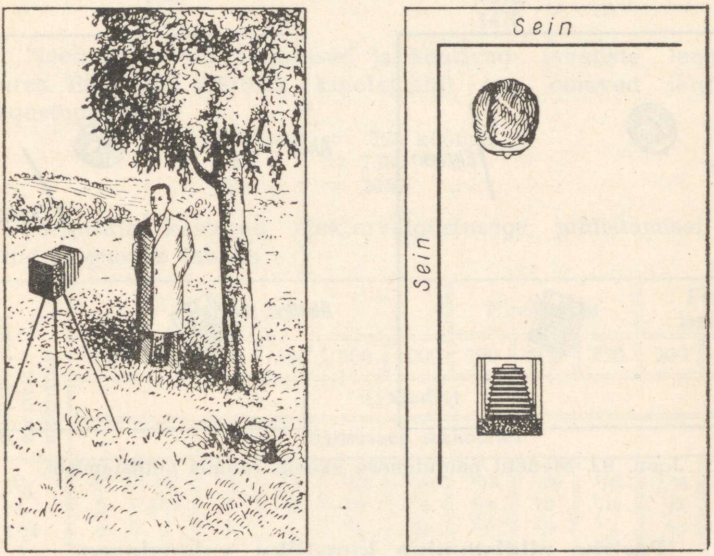
Modelli paigutamise näitlik skeem on toodud joonisel 91.

Portree pildistamine loomuliku valgustusega ruumis.

Portreede fotografeerimist siseruumides loomuliku valgustuse juures rakendatakse sageli, eriti fotoamatööride praktikas. Toas on valgustust kergem reguleerida kui õues, samuti on siin võimalikud väga mitmesugused modelli paigutamise variandid ja valgustuse iseloom. Järelikult on siin kergem saada häid portreesid.

Vajalik sisustus ruumis pildistamiseks on erakorraliselt lihtne. On nõutav ainult üks valgest materjalist ekraan suurusega 0,75 × 1,25 m, mida kasutatakse näo varjupoole valgustamiseks. Selle kaugus modellist võib kõikuda 0,4 kuni 1,5 meetrini. Mida lähemal asub ekraan näole, seda ühtlasemaks kujuneb viimase valgustus ja seda pehmem on toonide üleminek portreel.

Ulalt-küljelt valgustus annab portreeülesvõtete juures peaaegu alati kõige paremaid tagajärgi. Loomuliku valgustusega toas on ülekaalus aknast langev valgus, sellepärast peab olema käepärast tükk kartongi, et sulgeda vajalikku osa aknast. Mõnel juhul on küllaldane, kui akna ette riputada tükk riiet või kinnitada nuplitega leht valget paberit. Mingit kindlat nõu siin aga anda ei saa, sest et niisuguste ülesvõtete juures esineb loomuliku valgustuse tugevuses ja suunatuses liiga palju variante.



Joon. 91. Modelli paigutamise skeem vabas looduses pildistamisel.

Kui toal on aknad kahes seinas, võib teise akna valgust kasutada teise valgusallikana ning modelli valgustuse iseloomu reguleerida modelli ümberpaigutamisega.

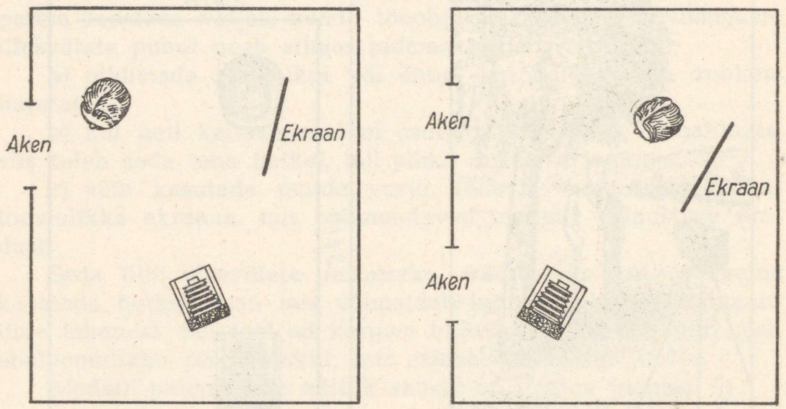
Väga heleda ilmaga, kui aknast langeb näole otsene päikesevalgus, peab valguse nõrgendamiseks riputama aknale tüki valget riiet, laskma alla akna eesriided või paigutama modelli toa sügavusse.

Kontrastide pehmendamiseks võib abiks võtta ka ekraani;

seejuures peab ekraan peegeldama temale vahetult langevaid päikesekiiri. Niisuguse valgustuse juures võib saada hea portree aknast välja vaatavast inimesest ka valgustaraga plaatidel, kuid tingimusel, et otsene päikesevalgus ei langeks objektiivile.

Peab püüdma selle poole, et tugev valgusvihk ei rikuks pildistatava isiku loomulikku ilmet, peab tähele panema, et inimene ei kissitaks silmi ega krimpsutaks nägu.

Joonisel 92 on toodud modelli paigutamise näitlik skeem pildistamisel ühe ja kahe aknaga toas.



Joon. 92. Modelli paigutamise skeem ruumis pildistamisel.

Portree pildistamine kunstliku valgustusega.

Kunstliku valgustuse juures pildistamine on fotograafile kõige mugavam. Elektervalgustus võimaldab luua püsivad tingimused modelli valgustamiseks; lampide ümberpaigutamine on kerge ning soodsaima valgustuse saavutamine hõlpus. Elektervalgustusega töötamisel peab arvestama selle iseärasusi. Elektrilambi kiirgusel on teistsugune spektri koosseis kui päikesevalgusel, järelikult erinevad värvuste edasiande tingimused päikesevalgusega pildistamisest.

Pildistamisel võib kunstlikkudeks valgusallikateks kasutada: elektrihõõglampe, voltakaart, magneesiumi pahvatust.

Kõik need valgusallikad erinevad üksteisest intensiivsuse ja kiirgusenergia spektraalse jaotuse poolest.

Lampide elektrivõimsuse ja valgustugevuse vahel valitseb umbes järgmine sõltuvus:

Võimsus (vattides)	Valgustugevus (rahvusvahelistes küünaldes).
100	100
200	235
500	685
750	1070
1000	1470

Need arvud on keskmised ja kehtivad tavaliste lampide juures. Erilambid (näiteks kinolambid) aga omavad järgmisi valgustugevusi:

300 vatti = 720 küünalt
500 „ = 1380 „
750 „ = 2050 „

Säritusaja kestused elektervalgustusega pildistamisel on antud järgnevas tabelis.

Lampide kaugus pildistatavast esemest meetrites	Poolvatt-lambid						Kinolambid			Foto-lambid	
	100	150	200	300	500	1000	300	500	750	200	300
	(vattides)										
	Säritusaeg sekundites										
1/2	1/2	1/3	1/5	1/8	1/15	1/30	1/15	1/30	1/40	1/10	1/15
1	2	1 1/2	1	1/2	1/4	1/8	1/4	1/8	1/10	1/3	1/4
1 1/2	4	3	2	1	1/2	1/4	1/2	1/3	1/4	1	1/2
2	8	5	3	2	1	1/2	1	1/2	1/3	2	1
3	18	12	7	4	2	1	2	1	3/4	4	2
4	30	20	13	8	5	2	5	2	1 1/2	7	4
5	50	30	20	12	7	3	7	3	2	10	6

Tabel on arvestatud isokromaatiliste, isopankromaatiliste ja pankromaatiliste negatiivmaterjalide jaoks, millede valgustundlikkus on 400° H & D; objektiivi suhteline ava peab pildistamisel olema 1 : 4,5. Ortokromaatilistele materjalidele pildistamisel tuleb säritusaega pikendada 2 korda, isoortokromaatilistele — 1½ korda.

Kasutades pildistamisel kahte lampi, tuleb säritusaja määramiseks kõigepealt tabelist leida säritusaeg iga lambi kohta eraldi,

siis korrutada leitud väärtused omavahel ja saadud resultaat jagada üksikute säritusaegade summaga. Kolme lambiga pildistades määratakse algul säritusaeg tabeli järgi igale lambile. Seejärel arvutatakse säritusaeg kahele lambile, nii nagu ülal näidatud; saadud suurus korrutatakse kolmanda lambi säritusajaga ja tulemus jagatakse nende summaga. Saadud arv on lõplik säritusaeg. Nelja lambiga pildistamise korral leitakse algul säritusaeg igale lambipaarile, saadud säritusajad korrutatakse ja korrutis jagatakse nende summaga. Saadud resultaat ongi lõplik säritusaeg.

Valgustundlikkuse teiste suuruste puhul pikeneb või lüheneb valgustusaeg vastavalt. Ka teise suhtelise ava kasutamisel pikeneb või lüheneb vastavalt säritusaeg.

Valgusallikad erinevad kiiratava valguse spektraalse koosseisu poolest. Kiirguse spektri iseloom osutab väga tugevat mõju säritusaja kestusele: mida rohkem valgusallikas kiirgab siniseid-helesiniseid kiiri, seda lühem peab olema säritusaeg. Peale selle ei anna üks ja sama valgusallikas ühesuguseid tulemusi erinevalt sensibiliseeritud materjalidele pildistades.

Alljärgnevas tabelis on toodud mitmesuguste materjalide suhtelise valgustundlikkuse andmed erinevate valgusallikate kohta.

Valgusallikas	Sensibiliseerimata materjalid	Ortokroom	Pankroom
Päikesevalgus	1	1	1
Elektrilamp	0,6	0,7	0,9
Elavhõbelamp	3,2	3,5	2,6

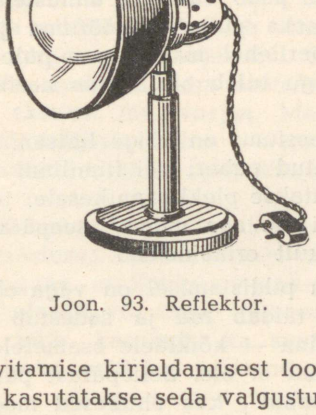
Need arvud osutuvad arusaadavaiks, kui võtta arvesse vaadeldavate valgusallikate kiirguse spektraalse energia jaotust. Toome selle järgnevas tabelis.

Valgusallikas	Protsentides üldisest valgusvoost		
	Siniseid kiiri	Rohelisi kiiri	Punaseid kiiri
Päikesevalgus	33,3	33,3	33,3
Elektrilamp	13,0	24,5	62,5
Elavhõbelamp	23,0	70,5	6,5

Elektrilambi peab asetama reflektorisse. Reflektori ülesanne on modelli valgustustugevuse suurendamine. Et reflektorid valgust ühes suunas peegeldavad, siis võimaldavad nad valguse koondamist kogu modellile või selle mõnele detailile, näiteks näole, kätele jne.

Reflektorite toime sõltub nende sügavusest ja ava läbimõõdust.

Laiad ja mittesügavad reflektorid annavad pehmema valgustuse, nad suurendavad modelli valgustustugevust 2—3 korda. Sügavad ja väikese läbimõõduga reflektorid annavad teravama suunatud valgustuse. Modelli valgustustugevus suureneb 3—6 korda; niisuguste reflektoritega on hõlpus heita näo või riietuse osadele kirkaid helke. Valguse pehmendamiseks võib panna reflektorite ette või paigutada nendest teatavale kaugusele hajutavad ekraanid. Üks reflektorite tüüpe on toodud joonisel 93.



Joon. 93. Reflektor.

Voltakaare tarvitamise kirjeldamisest loobume, sest et fotoamatööri praktikas kasutatakse seda valgustust ainult väga harvadel juhtudel.

Peale elektrihõõglambi valguse kasutatakse fotoamatööride ja -reporterite hulgas sageli magneesiumivalgust. Magneesiumipahvatuse võtame abiks siis, kui ruumis olev elektri- või päikesevalgus nõuab pikka säritusaega või kui liikuva objekti pildistamiseks on vajalik väga lühike säritusaeg.

Kui pildistatakse tootmisprotsesse tööstuses, pidulikke ja töökoosolekuid, õppetööd koolis ja kõrgemates õppeasutistes jne., siis ei saa inimesi aparaadi ette poseerima panna, takistada nende loomulikke liigutusi, muuta neid mannekeenideks. Säritusaeg $^1/_{25}$ sekundit, mis võrdub magneesiumisegu keskmise põlemiskiirusega, on täiesti küllaldane kõneleja, naerva lapse jne. pildistamiseks.

Kõige sagedamini tarvitatakse magneesiumipulbrit segatuna kaaliumkloraadiga (bertolee soolaga), kaaliumpermanganaadiga ja baariumnitraadiga. Mida peenem on segu pulber, seda enam sisaldab ta hapnikurikkaid aineid ning seda kiiremini toimub segu põlemine.

Põlemisel suureneb valguse aktiivsus, kui segusse viia haruldaste elementide — tooriumi ja tseeriumi soolasid.

Endakoostatud segudest on suurepäraste omadustega järgmine segu:

Magneesiumipulbrit	10 g
Tooriumnitraati	4 g

Tooriumnitraadi peab väikeste annustena ja väga ettevaatlikult uhmris peeneks pulbriks hõõruma ja enne pildistamist segama valgel paberilehel magneesiumipulbriga, tarvitades selleks linnusulge. Segu tuleb alal hoida hariliku korgiga suletud klaaspurgis.

Pahvatusmagneesiumi on kõige lihtsam süüdata vatist tahi, salpeetriga immutatud paberi või filmilindi tükikese abil. Vajalik hulk segu puistatakse plekkpannikesele; taht süüdatakse tuletikuga. See viis ei ole aga mugav, seepärast kasutatakse segu süütamiseks harilikult eriabinõusid.

Magneesiumiga pildistamisel on väga ebameeldiv seejuures tekkiv suits, mis täidab toa ja sadestub valge pulbrina — magneesiumoksüüdina — kõikidele esemetele. Absoluutselt suitsuta pahvatussegusid ei ole. Sellepärast pälvivad suurt tähelepanu „vakublits-lambid", kus õhukesed magneesiumi- või alumiiniumilehekesed põlevad hapnikuga täidetud klaaskestas. Metallilehekesed süüdatakse taskulambipatareist saadava vooluga.

Puhast metallilist magneesiumi tarvitatakse lindi kujul. Ent lint põleb aeglaselt, vahel kustub, langeb põlevana põrandale jne.; seetõttu kasutatakse seda pildistamisel harva.

Säritamiseks vajalikud pahvatusmagneesiumi hulgad on antud allolevas tabelis.

Pahvatuse kaugus pildistatavast esemest (meetrites)	Diafragma			
	3,5	4,5	6,3	9
	Segu hulk (grammides)			
2	0,2	0,3	0,6	1,25
3	0,3	0,5	1	2
4	0,5	0,75	1,5	3
5	0,6	1	2	4

Segu hulk on arvestatud negatiivmaterjalide kohta, mille valgustundlikkus on 400° H & D. Teistsuguse valgustundlikkuse korral tuleb teha segu hulga ümberarvestus ja võtta teda vastavalt rohkem või vähem.

Magneesiumiga pildistamisel peab olema ettevaatlik, sest et võib kergesti põletada näo ja käed või süüdata kergesti süttivad esemed, näiteks kardinad. Pahvatuse eest peab kaitsma aparaati ja eriti objektiivi, millele langemisel magneesium jätab eemaldamatuid täppe.

Pahvatusvalgusega pildistamisel peab silmas pidama põhireeglit — valgus ei tohi langeda objektiivi. Selleks ei tarvitse valgusallikat tingimata aparaadi taha asetada, vaid pahvatust võib teostada ukse, ekraani jne. varjus. Magneesiumiga võib saavutada igasuguseid valgustusefekte — eest-, küljelt-, vastuvalgustust. Võib tarvitada valguse peegeldusseadmeid, reflektoreid, hajutajaid jne.

On levinud ekslik arvamus, et magneesiumipahvatust peab teostama täielikus pimeduses. Ruumi elektervalgustus võib pahvatuse ajal olla niisugune, et katiku ühesekundilise lahtioleku aja jooksul ei tekiks plaadil või filmil kujutist.

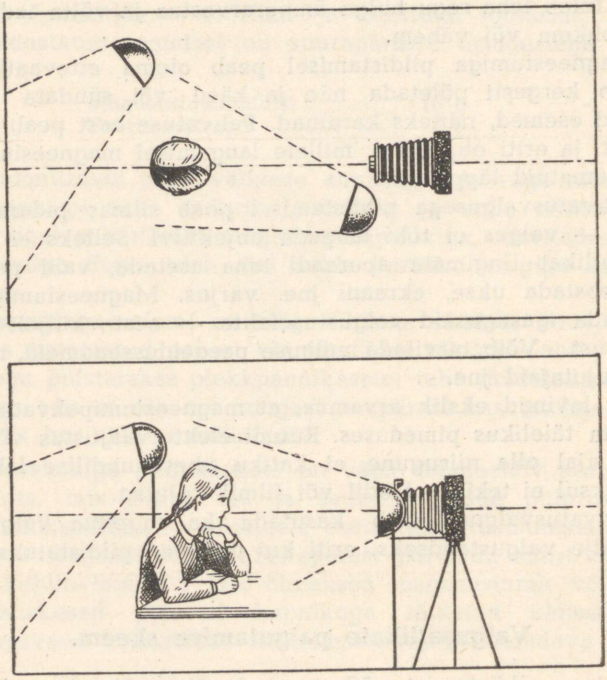
Pahvatusvalgust võib kasutada ka suurema valgusallika varjukülje valgustamiseks, eriti kui portreed pildistatakse vastu akent.

Valgusallikate paigutamise skeem.

Portree pildistamist võib teostada ühe või mitme lambiga. Raske on öelda, mitut lampi on portreeülesvõtete juures ratsionaalne kasutada. On fotoportretiste, kes kogu aja tööta-

vad ühe, äärmisel juhul kahe valgusallikaga. Teised tunnustavad ainult keerulist valgustust; nad kinnitavad, et näo karakteersust võib täielikult edasi anda ainult niisuguse valgustuse juures, mis nägu kõige täielikumalt detailiseerib ja lubab kujundada valguste ja varjude tonaalseid nüansse. On siiski soovitav, et vähekogenud või algaja portretist alustaks pildistamist väikese valgùspunktide arvuga. Kõige parem on katsetada töötamist kahe lambiga, mis on asetatud ühesuguse konstruktsiooniga reflektoritesse.

Vaatleme mõnede fotograafide poolt soovitatud modelli valgustamise viise. Nad lähtuvad valgustamisel lihtsuse printsiibist: minimaalse arvu valgusallikate juures võib sageli saa-



Joon. 94. Valgusallikate sellise paigutuse puhul on kujutise valgusaladel ja foonil ühesugune toon.

vutada suuremat portree ilmekust kui keerulisi valgustusseadmeid tarvitades.

Nad soovitavad kasutada kahte 500-vatise võimsusega elektrilampi, mis on paigutatud 16 cm diameetriga reflektoritesse. Töötamise hõlbustamiseks peavad reflektorid olema asetatud statiividele, mis võimaldavad lampe asetada soovitavale kõrgusele. Peale reflektorite on vajalikud: üks ekraan suurusega 0,5 × 0,75 m ja tagapõhi — alusraamile tõmmatud valge lõuend, mille suurus on vähemalt 2,5 × 3 m. Fotograafile opereerimiseks vajalik põrandapind peab olema küllaldaste mõõdetega — vähemalt 4 × 5,5 m.

Soovitatakse pildistamisel kasutada niisuguseid valgustamismooduseid:

1. Kujutise valgusaladel ja foonil on ühesugune toon.
2. Kujutise üldine toon on foonist tumedam.
3. Kujutise valgusalad on foonist heledamad.
4. Vahepealne valgustus, mille juures fooni toon on tumedam kujutise heledatest aladest ja mõnevõrra heledam kujutise tumedatest aladest.

Esimest tüüpi valgustuse võib saavutada ainult siis, kui pildistatava objekti ja fooni valgustustugevus on ühesugune. See saadakse, kui ühe lambiga valgustatakse modelli, teisega aga fooni (joon. 94). Niisugusel juhul puuduvad foonil varjud ja kogu kujutisel on ühtlane tihedus. Modelli ja fooni tiheduse ühetaolisuse kontrollimiseks soovitatakse vaadata pildistatavat modelli ja fooni läbi sinise klaasi; kui valgustustugevuses avastatakse vahe, siis kõrvaldatakse see esimese valguspunkti ümberpaigutamisega.

See valgustusviis võimaldab saada väga pehme joonistusega kujutise, millel puuduvad varjud, kuid näo detailsus saavutatakse naha tonaalsete nüansside edasiande arvel (joon. 95).

Niisugune ülesvõte esitab aga väga karme nõudeid negatiivprotsessile. Ebaõigesti teostatud ilmutamisel läheb kaduma valgustuse iseloomulikkus ning portree kaotab veetlevuse.

Sellise mooduse järgi pildistades tuleb säritusaeg määrata modelli valgusalade keskmise valgustustugevuse järgi, ilmutamist peab aga toimetama vastavalt varjudele. Nii töötatakse kujutise heledate alade pooltoonid hästi läbi, mis annab ülesvõttele ilmekust, varjud aga omavad vähe detaile ja kujune-

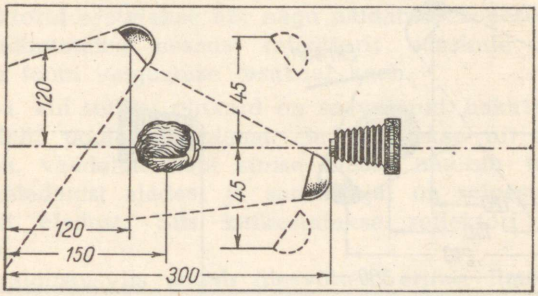


Joon. 95. Joonisel 94 näidatud skeemi järgi pildistatud portree.

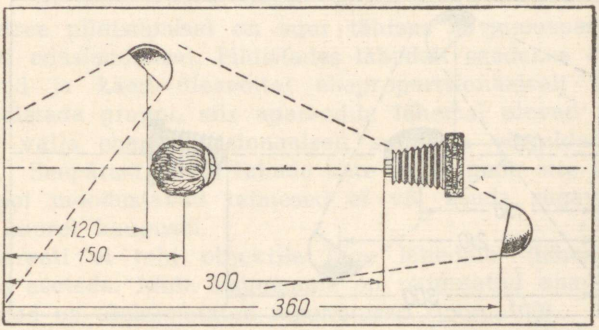
vad tumedateks laikudeks, mis ei juhi tähelepanu kõrvale modelli näolt.

Eelöeldut peab arvestama, sest et selle valgustusviisi juures on särituse kestus ja ilmutamise iseloom tihedas sõltuvuses. Igasugused teised variandid annavad negatiivseid tulemusi. Näo asendil ei ole tähtsust: võib pildistada eestvaates või kolmveerandpöördes.

Kirjeldatud valgustusviisi võib mõnevõrra muuta, kusjuures eesmist reflektorit võib ümber paigutada vasakule või paremale, nii nagu näidatud joonisel 96, või siis tõsta veidi kõrgemale



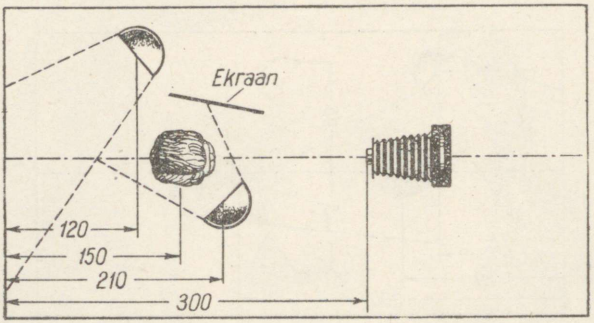
Joon. 96. Valgusallikate niisuguse asetuse puhul tekivad kujutisel varjud, heledad alad aga ja foon osutuvad toonilt ühesugusteks.



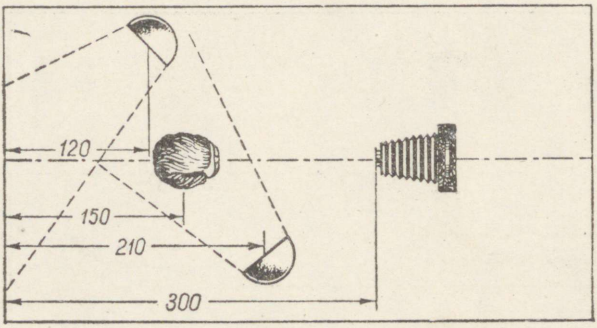
Joon. 97. Valgusallikate niisuguse asetuse puhul on kujutise üldine toon foonist tumedam.

pildistatava pea tasapinnast. Sel juhul tekivad kujutisel varjud, heledad alad aga on toonilt ühesugused fooniga.

Et saada teist tüüpi valgustust, tuleb eesmine reflektor paigutada kaamera taha, nagu näidatud joonisel 97. On selge, et fooni valgustus osutub tugevamaks kui modelli valgustus. Valgustuse astet kontrollitakse läbi sinise klaasi, nii nagu esimesel juhulgi. Eesmise reflektori ümberpaigutamisega — modellist kaugemale või talle lähemale — võib saavutada kõige mitmekesisemaid fooni ja näo toonide vahekordi.



Joon. 98. Valgusallikate niisuguse asetuse puhul on kujutise heledad alad foonist heledamad.



Joon. 99. Valgusallikate niisuguse asetuse puhul on foon tumedam kujutise heledatest aladest, kuid heledam tumedatest aladest.

Kolmas tüüp valgustust saadakse siis, kui eesmine reflektor viiakse modellile üsna lähedale, tagumise asendit aga ei muudeta (joon. 98). Et eesmine reflektor ei satuks objekti vaatevälja, tuleb ta tingimata asetada natuke kõrvale. Selleks aga, et varjuliste alade detailid kaduma ei läheks, tarvitatakse peegeldavat ekraani. See viis annab tumedal foonil heleda kujutise.

Niisugune valgustusviis võimaldab ilmekate ülesvõtete saamist.

Lõpuks, et saada valgustust viimase tüübi järgi, toimitakse nii:

Reflektorid asetatakse nii, nagu näidatud esimesel variandil; seejärel nihutatakse eesmist reflektorit vasakule seni, kuni modelli ja fooni valgustuse tasakaal kaob.

Niipea, kui selline olukord on saavutatud, hakatakse reflektorit modelli poole paigutama. Seda tehakse nii kaua, kuni fooni toon, vaadeldes läbi sinise klaasi, muutub tumedamaks modelli heledatest aladest ja samal ajal on selgesti eraldatav tumedatest aladest. Siis katkestatakse reflektori nihutamine (joon. 99).

See valgustusviis annab ülesvõttele erilise ilmekuse, kuna ta ühendab endas esimese ja kolmanda valgustuse tüübi iseärasusi.

Portreeobjektiivid.

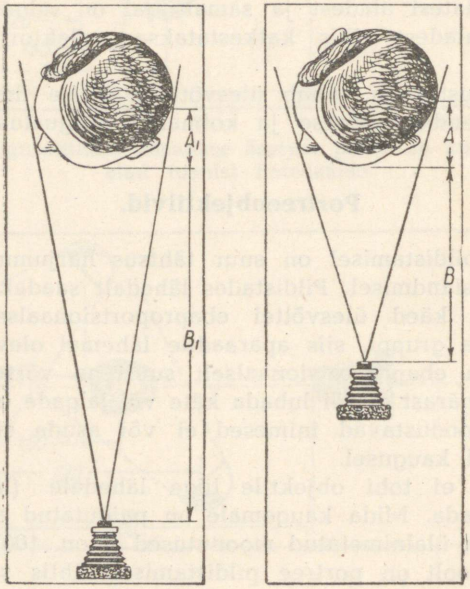
Portree pildistamisel on suur tähtsus harjumuspärase perspektiivi edasiandmisel. Pildistades lähedalt saadakse etteulatuvad jalad ja käed ülesvõttel ebaproportsionaalselt suurtena. Kui pildistada gruppi, siis aparaadile lähemal olevad inimesed tulevad välja ebaproportsionaalselt suurtena võrreldes kaugematega. Seepärast ei või lubada käte või jalgade ette ulatumist ja gruppi moodustavad inimesed ei või asuda sügavuti üksteisest suurel kaugusel.

Aparaati ei tohi objektile liiga lähedale (lähemale kui 3—4 m) asetada. Mida kaugemale on paigutatud aparaat, seda väiksemad on ülalnimetatud moonutused (joon. 100).

Teiselt poolt on portree pildistamisel tähtis saada kujutis suurimas mastaabis; sellepärast tuleb tarvitada pikafookuselisi objektiive.

On olemas lihtne viis kujutise äärmise suuruse määramiseks objektiivi antud fookusekauguse juures. Loetakse, et pildistatav pea ei tohi olla suurem kui $^1/_5$ fookusekaugusest, sest muidu paistab moonutus liiga silma. Näiteks fookusekauguse 13,5 cm juures ei või pea suurus ületada 2,7 cm. Sel juhul on





Joon. 100. Väga lähedalt pildistamisel tekkiv moonutus.

modelli kaugus objektiivist umbes 1 m. Kuid üldiselt ei tohi portree pildistamisel modelli objektiivile lähemale asetada kui 2 m.

Lühifookuselise objektiivi tarvitamisel kasvab esi- ja tagaplaanide mastaapide erinevus, järelikult tekib kujutise harjumuspärase perspektiivi moonutus. See erinevus suureneb ka veel sellepärast, et lühifookuselise objektiiviga pildistamisel püütakse saada kujutist võimalikult suuremas mastaabis, milleks aparaat viiakse modellile liiga lähedale.

Kui aparaat on näole väga lähedal (0,75 — 0,5 m), siis saadakse juba niivõrd moonutatud kujutis, et portree omandab karikatuuri iseloomu.

Pikafookuselise objektiiviga pildistamisel võib suurendada esiplaani kaugust objektiivist, kusjuures kujutis saadakse küllalt suures mastaabis. Pikafookuselise objektiivi omaduseks on väike teravussügavus. Sellepärast on pikafookuselise objektiiviga kerge eemaldada portree teisejärgulisi detaile. Me võime ebateravaks jätta fooni ja rõivad ning teravustada ainult näo. Lühifookuselised objektiivid aga ei anna oma suure teravussügavuse tõttu võimalust teisejärguliste detailide kõrvaldamiseks. Nad joonistavad teravalt mitte ainult inimese pea, vaid ka teataval kaugusel asuva fooni.

Portree pildistamisel etendab üldse tähelepanuväärset osa kujutise kontuuride tahtliku pehmendamise küsimus. Kontuuride niisuguse pehmendamise juures kõrvaldub näo ja rõivaste faktuur ning foon kaotab selged piirjooned täiesti. Niisuguseid kujutisi on juba sellepärast hea vaadata, et piirjoonte mõningane ebaselgus sunnib meid teatavat loomingulist tööd tegema: me püüame alateadlikult „juurde joonistada" seda, mis objektiivi poolt jäi teostamata. Just see „juurdejoonistamine" pakubki meile sisemist rahuldust.

On arusaadav, et öeldusse ei tohi suhtuda mehaaniliselt; mitte iga ebaterav portree ei tekita head muljet, sest et kunstipärane kujutis ei koosne üksnes ebateravatest joontest ja laikudest. Kujutise kontuuride pehmus mõjub saadavale muljele positiivselt ainult ühenduses teiste kompositsiooniliste elementidega.

Ei ole õige arvamus, et üksnes pehmelt joonistava objektiiviga pildistatud portreesid saab pidada kunstiliselt kõrgeväärtuslikkudeks. On olemas tohutu hulk suurepäraseid portreesid,

milledel joonte puhtus on väga kõrge ja ometi tekitavad nad mõnikord kustumatu mulje. Meie meeltele avaldab mõju väga keeruline nähtuste kompleks, millest aga ainult üksikud võivad olla ülekaalus.

Ent kujutise hea teravuse juures etendab suurt osa ka peenimate detailide ja joonte kujutamise viis. Tõsine lugeja, kellel on olnud võimalus luua portreesid mitmesuguste objektiividega, on muidugi märganud, et mõned neist annavad kujutisele erilise pehmuse, millel pole siiski midagi ühist ebateravusega või kujutise laialivalgumisega.

Nii annavad „Tessar"-tüüpi objektiivid „jahedaid" kujutisi, milles iga kriipsuke ja punktike antakse edasi äärmise täpsusega: objektiiv „Heliar" aga, vastupidi, annab pehme, plastilise kujutise. Viimane objektiiv on väga hea portreevõteteks.

Osutame veel objektiivile „Nicolas Perscheid". See objektiiv on eriliselt kohane portreevõteteks ja annab suurepäraseid plastilisi kujutisi.

Väga häid tulemusi pildistamisel annab iga liiki difuusorite kasutamine, mis pehmendavad kujutist. Nende toime põhineb difraktsioonil. Selleks kasutatakse klaasplaati, millele on teemandiga tõmmatud ruutvõrk. Kaugus joonte vahel peab olema 2—3 mm; niisugune plaat suletakse raami ja asetatakse objektiivile.

Kujutist pehmendab hästi I. M. Ponomarjovi süsteemiline difuusor. See koosneb kitsaist klaasiribadest, mille laius on 10% objektiivi diameetrist. Need ribad on lõigatud 0,8—1 mm paksusest klaasist. Mida vähem siledad on ribade servad, seda pehmemaks kujuneb joonistus. Klaasiribad paigutatakse ruudukujulisse raami, kusjuures kõige paremaid resultaate saadakse siis, kui kuus riba paigutatakse ruutvõrgu kujul.

Ribadega raam asetatakse objektiivile pärast teravaks seadmist.

Negatiivmaterjal.

Portreeülesvõtete juures on väga suur tähtsus negatiivmaterjali iseloomul. Peab kindlasti meeles pidama, et näonaha värvus, silmad, juuksed jne. antakse õigesti edasi ainult kõrgelt sensibiliseeritud negatiivmaterjalile pildistades. Sageli, fotografeerides isegi isoortole või ortokroomile, antakse näo defektid

— tedretähed, nahalaigud jt. — edasi liialdatud kontrastsusega; samuti ei andu õigesti edasi juuste ja huulte värvus.

Portreevõtted nõuavad pankromaatiliste ja isokromaatiliste materjalide kasutamist, kusjuures sel juhul, kui modelli valgustamiseks kasutatakse päevavalgust, tuleb tarvitada helekollast valgusefiltrit. Ainult neist tingimustest kinni pidades võib saavutada värvuste head edasiandumist.

Peale valgustundlikkuse etendab suurt osa negatiivmaterjali kontrastsuskoefitsient. Portreede pildistamiseks on kõige sobivamad vähekontrastsed ja suure fotograafilise ulatusega filmid ja plaadid. Niisugused valgustundlikud materjalid võimaldavad saavutada kõige detailirikkamaid ning peente valguste ja varjude nüanssidega negatiive.

Portree pildistamisel etendab väga tähtsat osa ka negatiivmaterjali valgustundlikkuse aste. Mida kõrgem on valgustundlikkus, seda lühem võib olla säritus, — seda loomulikum saadakse portree. Pikaajalised säritused põhjustavad sunnitud näoilme ja ebaloomuliku pinguloleku, mis mõjutab halvasti portreest saadavat muljet.

Laste pildistamisel tuleb kasutada kõige valgustundlikumaid materjale, kuna lapsed on väga liikuvad ja sageli ei ole võimelised poseerima isegi ühte sekunditki. Kõige pikem säritusaeg laste pildistamisel on 1/25 sekundit.

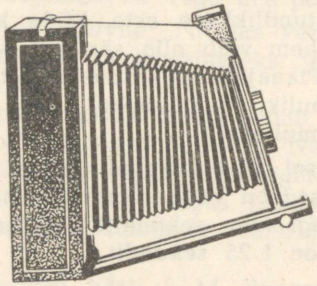
71. ARHITEKTUUR.

NSV Liidus omistatakse arhitektuurile määratu suurt tähelepanu. Igas hoones, igas ehitises on teostatud arhitekti loov mõte. Kunstniku idee ja selle teostamine on allutatud esmajoones selle hoone otstarbele. Fotograafi ees seisab ülesanne: kajastada ülesvõttel ehitajate ideed, mõtet, tuua maksimaalse ilmekusega nähtavale masse, vorme, proportsioone, objektide kaunidust. Meie käsutuses on terve rida fotograafilisi vahendeid selle ülesande realiseerimiseks, meid ümbritseva tõelisuse kunstipäraseks edasiandmiseks.

Arhitektuuriliste objektide fotografeerimisel tuleb silmas pidada rida tehnilisi võtteid: nende ignoreerimine pildistamisel toob endaga kaasa arhitektuuriliste vormide moonutuse ülesvõttel.

Peamiseks nõudeks arhitektuurilise ülesvõtte juures on see, et negatiivkiht peab olema pildistamisel rangelt vertikaalses asendis; ainult sel juhul tulevad ehitise paralleelsed vertikaaljooned ka pildile paralleelsetena. Kui me pildistamisel kallutame aparaati üles, siis kujutuvad vertikaaljooned koonduvatena ning ehitis näib kukkuvana. Kui pildistatav ehitis ei mahu täielikult mattklaasile, siis tuleb aparaadi objektiivraami viimse võimaluseni üles tõsta. Enamik plaadikaameraid võimaldab objektiivi sellist ümberpaigutamist. Niisuguse lihtsa võttega võib saavutada häid tulemusi ehitise täielikuks mahutamiseks ja vertikaaljooned kanduvad õigesti üle.

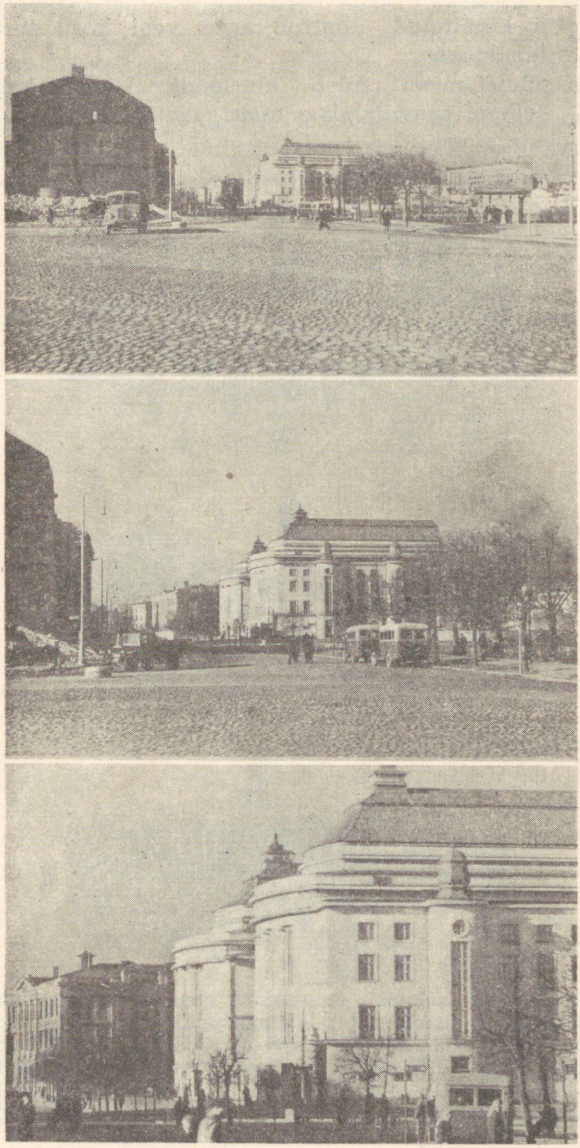
Ei saa aga objekti mattklaasile paigutada isegi ülestõstetud objektiivi abil, siis võib kasutada järgmisi võtteid.



Joon. 101. Aluslaua kallaku muutmise moodus.

Kui on olemas nendeks eesmärkideks kohandatud aparaat, võiks lihtsate vahenditega kallutada kaamera üles, kusjuures aparaadi kassetiosa jääks vertikaalseks. Kahjuks ei oma standardaparaadid tagumise raami kallutamisvõimalust, sellepärast võivad seda nõuannet kasutada ainult fotograafid, kelle käsutuses on matkakaamera või eriline elukutselise fotograafi aparaat.

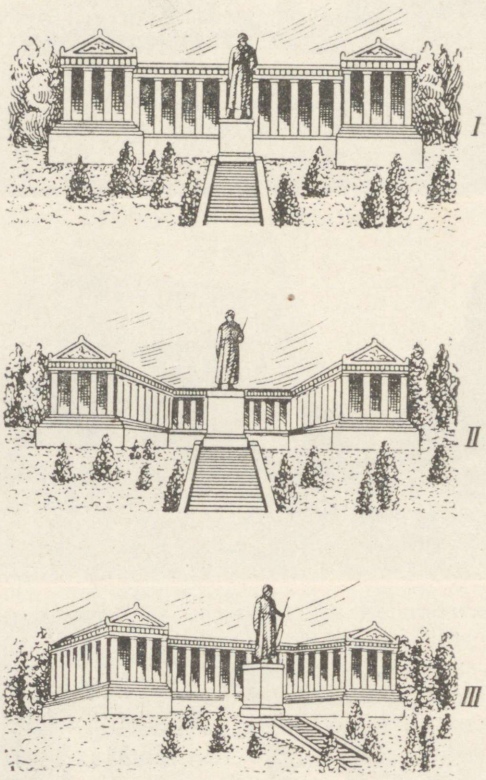
Standardmudelite juures võib kassetiosa ümberpaigutamise asemel kallutada põhilauda, nagu näidatud joonisel 101. Seesuguse primitiivse võttega võib saavutada väga häid tulemusi. Aluslauda võib hoida kallutatud asendis mistahes viisil, isegi lihtsa nööriga kinnisidumise teel. Tuleb ainult meeles pidada, et aluslauda võib kinnitada alles pärast teravustamist. Kui



Joon. 102. Ülesvõte on teostatud ühest kohast objektiividega: F = 28 mm; F = 50 mm ja F = 135 mm.

aluslaud on kinnitatud, kontrollitakse veel kord teravust ja seejärel pildistatakse.

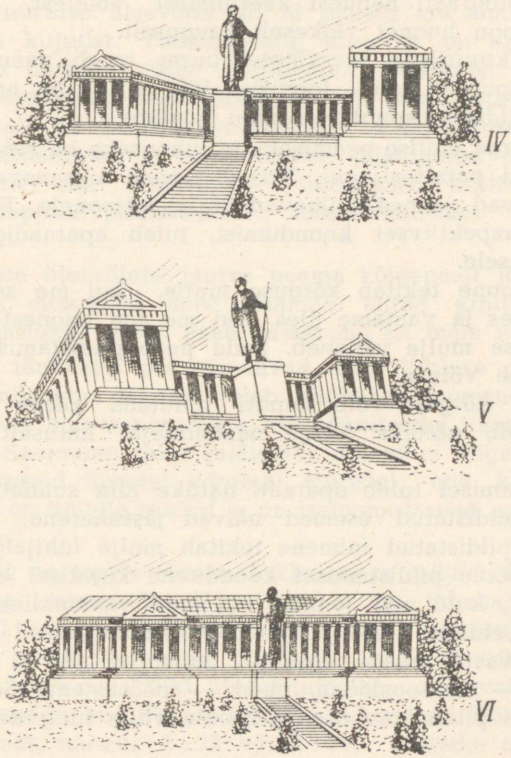
Käelt pildistamisel tuleb aluslauda käega kergelt alla suruda — sellega saavutatakse tema püsiv asend ja välditakse kujutise ebateravust.



Joon. 103. Kujutise iseloomu muutumine olenevalt pildistamispunktist: I — ülesvõte tehti keskmisest pildistamispunktist ja keskmiselt kõrguselt; hoone väline ilme ei ole selge; II — ülesvõte tehti keskmisest pildistamispunktist, kuid aparaat oli paigutatud veidi madalamale ja ligemale kui esimesel juhul; ülesvõte on kompositsioonilt parem; III — pildistamispunkti vasakule paigutamisel säilib kompositsioonıline tasakaal ja ülesvõte muutub ilmekamaks.

Nimetatud võtete kasutamisel peab tingimata objektiivi tugevasti diafragmeerima, kuna muidu osutub kujutis pildi servadel mitte küllalt teravaks, tingituna optilise telje tugevast kõrvalekaldumisest.

Lõpuks, võttes tarvitusele etteasetatava lisaläätse, võib lühendada objektiivi fookusekaugust, suurendada pildinurka ja saavutada sellega kogu ehitise mahutamist plaadile.



Joon. 104. Kujutise iseloomu muutumine olenevalt pildistamispunktist: IV — pildistamispunkt on viidud hoone parempoolse tiiva juurde, mistõttu kadus kompositsiooniline tasakaal; V — pildistamispunkt on viidud alla, hoone näib kukkuvana; VI — pildistamispunkt on viidud üles, kuju sattus sammastiku foonile, hoone kaotas monumentaalsuse.

Joonisel 102 on toodud mitmesuguste fookusekaugustega pildistatud fotod.

Ehitiste arhitektuuriliste ülesvõtete juures on lainurk-objektiiv asendamatu. Linnaehitiste pildistamisel sageli ei võimalda tänava vastaspool fotograafil niisugusele kaugusele asuda, et kogu objekt mahuks tema aparaadi mattklaasile. Sel juhul tuleb hoone pildistada osade kaupa ja sel teel saadud üksikud ülesvõtted kleepida üheks „panoraamiks". Lainurk-objektiiv päästab fotograafi nendest keerulistest võtetest, võimaldades haarata kogu hoonet väikeselt kauguselt.

Arhitektuuriliste ülesvõtete juures omab peamist tähtsust pildistamispunkti valik. Joonistel 103 ja 104 on antud mitmesuguste pildistamispunktide mõju analüüs.

Iga kõrge ehitise peamiseks eritunnuseks on rida kõrgusesse suunduvaid paralleeljooni. Teised pinnad kitsenevad aegamisi; neid piiravad jooned kulgevad horisondijoonele. Et alla kriipsutada perspektiivset koondumist, tuleb aparaadiga läheneda ehitise alusele.

Iga hoone tekitab kõrguse mulje, kui me seisame tema aluse juures ja vaatame üles. Kui me aga hoonest eemaldume, siis kõrguse mulje väheneb. Seda peab pildistamispunkti valikul arvesse võtma.

Hoone kõrgust võib samuti rõhutada kõrge pildistamispunkti abil, näiteks kõrge naabermaja katuselt pildistamisega.

Pildistamisel tuleb aparaati natuke alla suunata. Ülemisest punktist pildistatud esemed näivad jässakatena, madalatena, ülalt alla pildistatud inimene tekitab mulje lühijalgsest kääbusest. Allapoole pildistamisel koonduvad kujutisel ehitise vertikaaljooned, kuid neil joontel on nüüd vastupidine suund — ülalt alla, ehitise aluse juures olevad maapealsed esemed näivad aga vastu maad surutuina, inimesed näivad mardikaina, trammid — tikutoosidena, puud — põõsastena. Selle tulemusena venib pildistatav ese ülespoole välja ning näib pilvelõhkujana.

Kuidas toimida hiiglasuure, mitu hektaari enda alla võtva ehitise pildistamisel? Selle ehitise kõrgus ei ole suurem kahekordse maja kõrgusest, fassaad ei paku arhitektuuriliselt midagi huvitavat. Maapinnalt pildistamine ei ole siin kohane. Tuleb katsuda tõusta kõrgemale.

Kõikjal meie ees, kuhu pilgu heidame, on teravnurksete klaaskatuste selged jooned. Kuid mitte iga ülemine punkt ei osutu sobivaks; ta ei pea asuma objektile väga lähedal, kuna võib juhtuda, et laiamõõteline korpus ei mahu pildialasse. Klaaskatuste põhijooned peavad kulgema pildistamispunktist horisondile ühes suunas optilise teljega; viimane on tarvilik selleks, et rõhutada objekti ruumilist mastaapi. Niisuguse pildistamise juures peab objektiiv omama suurt pildinurka.

Arhitektuurilise ülesvõtte all ei mõista me ainuüksi maja fotograafilist kujutist. Tööstushoone ülesvõte on arhitektuurilise kujutise lihtsaim vorm. Tänavate, väljakute, rajoonide ühtse arhitektuurilise stiili probleem ei haara ainult ehitiste välisilmet, vaid ka haljasalade süsteemi, tänavliikluse planeerimist, mälestusmärkide ja monumentide püstitamist jne. Sellepärast peame me tähelepanu pühendama arhitektuuriliste objektide gruppide pildistamisele, arhitektuuriliste ansamblite kujutamisele.

Niisuguste ülesvõtete juures peame kõigepealt jõudma selgusele selles, missugust ideed sisaldab antud arhitektuuriline grupp. Samasugust ideed peab kajastama ka meie ülesvõte.

Meil on tänavaid, mis etendavad linna liikluse põhimagistraali osa; niisugust tänavat tuleb pildistada momendil, kui ta on täidetud iga liiki transpordiga, kui kõnniteedel liigub murruna jalakäijaid. Seejuures tuleb pildistada nii, et ei lõigataks maha ülemisi korruseid ilusatel kõrgetel ehitistel, mis kaunistavad tänavat, mis on kõigile tuntud ja on iseloomustavad antud rajoonile.

Mõnikord on tarvis elavas liikluskohas pildistada üksnes hoonet, ilma inimesteta. Väga raske on tabada niisugust momenti, mil hoone läheduses ei asu kedagi; niisugune juhus võib esineda ainult väga pika ootamise järel. Et mitte asjatult aega raisata, võib seda liiki ülesvõtteid teha nii: valida pildistamispunkt, seada kujutis teravaks ja rakendada kõige väiksemat diafragmat, näiteks 1 : 22 või 1 : 36; asetada objektiivile tihe valgusefilter. Seejärel teostatagu vältsäritus, kusjuures säritusaeg võib olla 10 sekundit ja enam, sõltuvalt valgustuse iseloomust. Vältsärituse puhul ei tule aparaadi eest mööduvad inimesed pildile ja ei mõju tema kvaliteedile, peab ainult jälgima, et objektiivi ei langeks helgid autode klaasidelt või teistelt

transportvahenditelt. Kui on oht, et mööduvad masinad võivad heita objektiivi valgusepeegeldusi, siis varjata objektiivi masinate möödumise ajaks vastava kattega või käega.

Haljasvööndiga tänavaid, tänav-aedu tuleb pildistada nii, et puude oksad täidaksid ülesvõtte või jälle, et ülesvõtte esiplaan oleks täidetud tänav-aeda iseloomustavate lillepeenardega.

On väljakuid, mis on kaunistatud mälestussammastega, monumentidega. On loomulik, et Puškini väljakut Moskvas tuleb pildistada nii, et oleks näha luuletaja mälestussammas. Teatri väljakut tuleb pildistada koos Suure teatriga; Punase väljaku ülesvõte pole mõeldav ilma Lenini mausoleumita.

Arhitektuuriliste objektide pildistamisel etendab suurt osa iseloomuliku valgustuse, taeva tooni oskuslik kasutamine. Valgus aitab nähtavale tuua, rõhutada vormi, arhitektuuriliste reljeefide detaile. Kui voolitud kaunististega fassaadi pildistada päikesekiirte suunas, siis kujutis kaotab ruumilisuse, reljeefsed detailid sulavad ühte hoone üldise fooniga; valgusallika — päikese — parim asend on siis, kui valgus langeb hoone fassaadi pinnale 45°-se nurga all. Niisuguse suuna juures iga kumer detail, mis vähegi varju tekitab, rõhutab reljeefsust seina tasapinnal.

Arhitektuuriliste objektide pildistamisel on põhiliseks tingimuseks päikesepaisteline ilm; pilvise ilmaga paistavad ka kõige ilusamad hooned lamedatena.

Et valida parimat valgustust, peab fotograaf hoolega uurima hoone välimust, vaadeldes seda mitmesugustel kellaaegadel. Arhitektuurvõtete jaoks osutuvad ajaliselt sobivamaks hommik ja õhtu. Nendel aegadel rõhutavad langevad varjud kõige paremini ehitise arhitektuurilisi vorme.

Hoonet ei tule pildistada vastu valgust, sest et niisugusel ülesvõttel tuleb hoone välja siluetina, millel puuduvad detailid.

Täiendava tonaal-kompositsioonilise elemendina tuleb arhitektuurvõtete juures arvestada taeva tooni ja pilvede olemasolu. Rippuvate pilvedega halli taevast tuleb kasutada selleks, et rõhutada tumedate seintega massiivse hoone monumentaalsust. Valge ja klaasirohke hoone pildistamisel peab foonina kasutama kergeid valgeid pilvi sinisel taeval. Niisugune foon rõhutab hoone kergust, õhulisust.

Arhitektuuriliste ülesvõtete juures peab tingimata kasutama valgusefiltrit; pildistades heledaid hooneid ilma valgusefiltrita, saadakse lame, luitunud kujutis.

Pildistatav objekt paistab tumeda taeva foonil mahlaka heleda laiguna ja kogu ülesvõte kujuneb ilmekaks, annab kujutluse ruumilisest jaotusest sügavuti. Tumedate hoonete pildistamisel moodustab kriitvalge taevas ebameeldiva kontrasti, juhib tähelepanu pildistatavalt objektilt kõrvale. Ülesvõte osutub jaotatuks kaheks osaks — helevalgeks ja tumedaks; sellepärast on eriti tarvilik pildistada valgusefiltriga.

Mõningad arhitektuursed ehitised pakuvad huvi üksikutes detailides — sammastik, torn, ümmargune klaaskatus, skulptuuriga kaunistatud astmestik jne. Juhtub, et kogu ehitis tervikuna ei ole huvitav, kuid see või teine detail omab suurt kunstilist väärtust või lihtsalt köidab tähelepanu joonte huvitava paigutusega, ehitusmaterjali huvitava faktuuriga. Sel juhul võib pildistada seda detaili, taotlemata kogu ehitise paigutamist pildile. Arhitektuuriliste detailide fotodel võib olla suur kunstiline väärtus.

Hoone sisevaadete (interjööride) fotografeerimine kuulub samuti arhitektuuriliste võtete hulka. See liik ülesvõtteid ei esita erilisi raskusi ja nõuab peaasjalikult õige pildistamispunkti valikut, mis tagaks vastava mulje saamise üldisest ansamblist.

Interjööride pildistamisel moodustavad peamise raskuse valgustuse kontrastid: objekti heledusastmiku ulatus, s. t. valgustuse erinevus akende juures ja ruumi nurkades saavutab suure ulatuse. Sellepärast on tarvis valida niisugune säritus, et detailid nii varjudes kui ka valgustes töötataks küllaldaselt läbi.

Kui objekti heledusastmiku ulatus on niivõrd suur, et fotograafilise materjali ulatus ei võimalda detailide saavutamist, siis peab interjööride pildistamisel ruumi pimedamaid osi täiendavalt valgustama.

Tunduvaid raskusi võib esile kutsuda teravustamine. Interjööride pildistamisel on peamiseks nõudeks kõikide plaanide täielik teravus. Ebateravalt joonistatud detailidega siseruumide ülesvõtted tekitavad ebameeldiva mulje. Sellepärast peab suurte tsehhide pildistamisel hoolitsema selle eest, et teravustamistasapind valitaks õigesti. Fotograaf peab siin oskama õigesti määrata teravustamistasapinda ja valida kõige ratsionaalsemat diafragmat. Väga pimedate ruumide fotografeerimisel tuleb teravustada läidetud tuletiku või küünla leegi järgi. Foto-

graafi assistent peab asuma küünlaga teravustamistasapinnal, fotograaf aga kontrollib mattklaasil, kas kogu pildistatav objekt mahub pildipinnale.

Kui pildistamistingimuste tõttu tuleb aparaat täiesti seina juurde asetada, siis ei ole võimalik mattklaasil teravustada harilikul viisil. Neil juhtudel tuleb abiks võtta peegel, mis asetatakse mattklaasile 45° all. Teravustamist toimetatakse peeglist nähtava kujutise järgi.

Veel lihtsam on mõõta ruumi sammudega ja sel viisil määratud kauguse järgi panna teravusseade. Kui kaamera lõõts on nõutava kauguseni lahti tõmmatud, asetatakse ta varem väljavalitud kohale ja fotografeeritakse juba ilma teravustamata.

Tuleb meeles pidada, et väga kõrged ruumid nõuavad kõrgemat pildistamispunkti: aparaadi statiivi peab asetama lauale või mõnele muule esemele.

Harilikult on täiesti küllaldane, kui objektiiv asetada silmade kõrgusele. Sel juhul saadakse kõige harjumuspärasem perspektiiv. Madalat pildistamispunkti tuleb vältida.

Siseruumide pildistamisel on eriti tähtis jälgida, et mattklaas oleks vertikaalses asendis. Kui välisvõtete juures mattklaasi ebaõige asendi tõttu tekkivale moonutusele ei pööra vaatleja tihtipeale üldse tähelepanu, siis siseruumide ülesvõtete puhul peab nendest perspektiivi moonutustest hoiduma. Seinad, mis näivad langevat kokku ruumi sisse või jälle kukkuvat väljapoole, kahjustavad tugevasti pildist saadavat muljet.

Kui ruumi suurus ei võimalda täielikult haarata kogu siseruumi pinda ja fotograafil ei ole aparaadiga enam kuhugi taanduda, siis tuleb muuta objektiivi fookusekaugust, tarvitades selleks lisaläätse. Niisugune koondav lääts, muutes objektiivi fookusekaugust, suurendab tema pildinurka.

Üldse aga on interjööride pildistamisel kõige parem kasutada lühifookuselist objektiivi. Kaamera, millega teostatakse ülesvõte, peab omama mattklaasi ja tema objektiivi- ning kassetiosa peavad olema kallutatavad.

Siseruumide pildistamisel tuleb vältida detailide sümmeetrilist paigutust. Kompositsioonilist ideed segavad üleliigsed esemed tuleb vaateväljast kõrvaldada. Kui aga seda ei ole võimalik teha, siis peab muutma pildistamispunkti, et need soovimatud esemed ei satuks plaadile või äärmisel juhul paikneksid tema ääreossa.

Interjööride pildistamisel esitab tunduvaid raskusi õige valgustuse organiseerimine. Hea hajutatud valgusega suurte akendega ruumis võib ülesvõtte tegemiseks kasutada loomulikku valgustust. Tugevad päikeselaigud seintel ja esemetel võimaldavad efektsete ülesvõtete saamist, kuid nende tõttu võivad detailid kaduma minna. Sel juhul peab valgustust eesriietega pehmendama.

Tööstuste tsehhide üldvaadete pildistamisel, kus detailide läbitöötus varjudes pole hoopiski vajalik, annab otsene päikesevalgus hämmastavalt efektseid ülesvõtteid. Tsehhi üleujutavad päikesekiired tekitavad õhulise avaruse mulje.

Kui puudub küllaldane loomulik valgustus, siis tuleb varjuliste külgede valgustamiseks kasutada elektrilampe või magneesiumipahvatust. Päikesevalgus ühenduses elektervalgustusega võimaldab fotograafil saada pehmeid, kogu pinna ulatuses detailirikkaid ülesvõtteid. Seda võtet tuleb kasutada alati, kui aga selleks on võimalusi.

Magneesiumipahvatuse kasutamisel peab silmas pidama, et puuduksid teravad varjud, mis teevad ülesvõtte väga kontrastseks. Kõige parem on kasutada mitut, eri kohtades toimuvat pahvatust. Neid võib teha üheaegselt või järjekorras. Viimane juhtum on võimalik ainult siis, kui pildistatakse pimedas ruumis ja säritus lubab fotograafil pahvatuse toimetamiseks üle minna ühest kohast teise. Kui ei ole magneesiumi või elektervalgustust, siis võib täiendavat valgustamist teostada valgete ekraanidega või peeglitega. Kui valgustamist toimetatakse peeglitega, siis võib neid pildistamise ajal ümber paigutada, valgustades järjekorras pimedaid paiku.

Vastu aknaid pildistamisel tuleb kasutada valgustaratuid materjale. Väga häid resultaate niisuguste ülesvõtete juures annab magneesiumi pahvatusvalgus. Viimane, valgustades akende raame ja karniise, vähendab tublisti valgustuse kontraste ning võimaldab heade detailirohkete kujutiste saamist.

Interjööride pildistamisel peab kasutama laia ulatusega negatiivmaterjale. Kõige parem on tarvitada pankroomi koos valgusefiltriga. Et detaile paremini läbi töötada, tuleb plaate ja filme ilmutada tasandavilmutites; seda tüüpi ilmutid võimaldavad saada detailide head läbitöötust nii varjudes kui ka valgustes.

72. SPORT.

Fotoharrastajale on spordisündmuste pildistamine üheks veetlevamaks ja haaravamaks alaks tema kunstilistes taotlustes. Spordiülesvõtete iseloomustavaks erinevuseks on kiiresti ja vahetpidamata muutuv olukord. Liigutuste faase, mängu teravaid momente — kõike seda peab fotograaf tabama kõige ilmekamas aktiivsemas vormis. Spordi dünaamika peab olema jäädvustatud pildile nii, et ta annaks selgesti edasi stseeni iseloomu.

Pildistamise raskuse järgi võib sportlikke ülesvõtteid jaotada nelja gruppi.

1. Kõige kergemad — need on ülesvõtted sellisest spordist, kus tegevus toimub piiratud maa-alal — poks, maadlus, võimlemisharjutused, hüpped jne.

2. Keerulisemad on ülesvõtted sõudevõistlustest, jalgrattasõidust, uisutamisvõistlustest, ujumisvõistlustest jne. Seda liiki spordialade juures kasvab operatiivsuse moment ja fotograaf peab oskama olukorras kiiresti orienteeruda, et saavutada mõjuvat ülesvõtet.

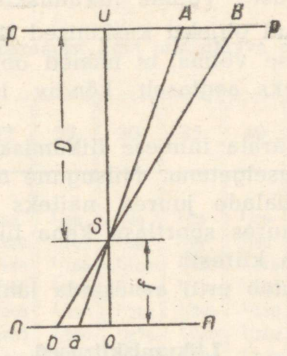
3. Fotograafile esitatavad nõuded suurenevad veel enam jalgpallivõistluse, ragbi, hoki jne. pildistamisel, s. t. pildistades kõige dünaamilisemaid, välkkiirelt muutuvate olukordadega ja väga kiire liikumisega spordialasid. Niisuguste ülesvõtete juures suurenevad raskused veel sellepärast, et tegevus toimub suurel väljakul. Seda liiki ülesvõtteid peab tegema aparaadiga, millel on valgusjõuline objektiiv.

4. Kõige raskemad on ülesvõtted krossidest ja sõja-spordimängudest, sest et siin tuleb fotograafil endal lülituda tegevusse. Ainult siis, kui ta sportlasi mingil teeosal visalt jälitab, võib ta saada tähelepanuväärivalt sisukaid ülesvõtteid.

Liikuvate esemete pildistamise iseärasus seisab selles, et säritusaeg ei tohi olla pikem teatavast täiesti kindlast ajast, sest et liiga pikaajalise särituse juures avaldab eseme liikumine mõju kujutise teravusele, saadakse liikunud kujutis.

Sportlikkude ülesvõtete juures sõltub suurim säritusaeg järgmistest teguritest: 1) fotografeeritava objekti liikumiskiirusest; 2) kaugusest temani; 3) aparaadi fookusekaugusest ja 4) nurgast, mis tekib liikumissuuna ja objektiivi optilise telje vahel.

Joonisel 105 on näidatud juhtum, kus ese (punkt *A*) liigub paralleelselt plaadi pinnaga, s. t. suunas, mis on risti optilisele teljele. Joon *SO* on aparaadi optiline telg, punkt *S* — objektiivi optiline keskpunkt, *pp* — pind, mida mööda toimub liikumine, *nn* on fotoplaadi pind. Lõik *SO*, mida lihtsustamise mõttes tähistatakse tähega *D*, kujutab endast kaugust pinnani, millel liigub ese *A*. Lõik *SO* on objektiivi fookusekaugus *f*.



Joon. 105. Joonestis, mis illustreerib liikunud kujutise tekkimist liikuvate esemete pildistamisel.

Oletame, et katiku avamise momendil, s. t. särituse algmomendil asub liikuv punkt *A* joonisel näidatud paigas. Objekti selle punkti kujutis saadakse plaadil punktis *a*. Säritusaja jooksul läbib objekti punkt mingi teeosa *AB*, s. t. särituse lõpul asetseb ta punktis *B*. Särituse ajal liigub ka kujutis plaadil ning läbib mingi teeosa — *ab*. Järelikult ei kujutata liikuva eseme iga punkti plaadil mitte punktina, vaid teatava joonlõiguna; saadav kujutis osutub liikunuks, ähmaseks.

Kuivõrd lühiaegne säritus ka oleks, siis ikkagi, kui ese säritamise ajal liigub, iga punkt kujutatakse mitte punktina, vaid lõiguna. Kui aga selle lõigu pikkus on väga väike, siis näib ta silmale punktina. Sellel nimelt põhinebki esemete lubatav liikumine pildistamisel: kui valida küllalt lühike säritus, siis ei ole ülesvõtte ebateravus silmale märgatav. Ülesvõtet, mida vaadeldakse selgestinägemise kauguselt (25 cm), võib

lugeda täiesti teravaks, kui lõik *ab*, s. t. eseme mistahes punkti kujutis ei ületa 0,1 mm.

Üldse peab säritus olema seda lühem, mida lähemal objektiivile asub liikuv ese, mida suurem on objektiivi fookusekaugus, mida suurem on liikuva objekti enese kiirus ja mida kõrgemad on meie nõudmised kujutise teravuse suhtes.

Särituse kindlaksmääramiseks peab teadma fotografeeritava objekti liikumiskiirust. Toome liikumiskiiruste tabeli.

Tabelis on antud objekti keskmised liikumiskiirused. Pildistamisel peab arvesse võtma, et mõned objektid omavad keerulist liikumist, näiteks aeglaselt kõndiv inimene võib kätega tugevasti vehelda.

Kui säritus määrata inimese liikumiskiiruse järgi, siis tulevad käed välja ebaselgetena. Niisugune nähtus võib leida aset mõnesuguste spordialade juures, näiteks kuulitõuke, odaheite, kurnimängu jne. juures sportlase keha liigub suhteliselt aeglaselt, käed aga väga kiiresti.

Seda asjaolu tuleb eriti arvestada lähivõtete juures

Liikumiskiirused.

Liikuv objekt	Kiirus m/sek.	Liikuv objekt	Kiirus m/sek.
Jalakäija, normaalselt käiv	1	Hobune, sammusõitev	1 1/2
Jalakäija, kiiresti käiv	1 1/2	Hobune, traaviv	5
Ujuja	1	Hobune, galopeeriv	12
Ujuja, ujudes lühikest maad	1 1/2	Hobune, hüppel	15—20
Jooksja, hüppaja	3—5	Tramm	3—5
Uisutaja	3—5	Auto linnatänaval	6—12
Uisutaja-võistleja	10—12	Auto täiskäigul	25
Suusataja, normaalse sammuga	2—3	Kaubarong	8
Suusataja-võistleja	4—5	Reisirong	12
Suusataja, mäest laskumisel	10—15	Kiirrong	17
Võimlemisharjutused	5—10	Merelaine	4—7
Jalgrattur, normaalselt sõitev	4—5	Merelaine tormiga	20
Jalgrattur-võistleja	20	Aurik	4—10
		Mootorpaat	5
		Kiirmootorpaat	10
		Jääpurjekas	30—40
		Reisilennuk	50

Suurima võimaliku särituse määramiseks on soovitav kasutada tabeleid, mida on kerge koostada iga fookusekauguse jaoks. Toome tabeli fookusekaugustele $f = 13{,}5$ cm ja $f = 5$ cm.

Äärmised võimalikud säritused negatiivkihiga paralleelselt liikuvate objektide pildistamisel (objektiivile, mille $f = 13{,}5$ cm ja äärmine lubatav ebateravus on 0,1 mm või objektiivile, mille $f = 5$ cm ja äärmine lubatav ebateravus = 0,03 mm).

Objekti liikumiskiirus m/sek	Kaugus aparaadist kuni pildistatava objektini (m)											
	13,5	16	18	22	25	30	35	40	50	60	80	100
1	1/100	1/80	1/75	1/60	1/50	1/40	1/35	1/30	1/25	1/20	1/15	1/10
2	1/200	1/160	1/150	1/120	1/100	1/90	1/80	1/60	1/50	1/40	1/30	1/25
3	1/300	1/250	1/220	1/180	1/160	1/150	1/120	1/110	1/80	1/60	1/50	1/40
4	1/400	1/320	1/300	1/240	1/200	1/180	1/150	1/120	1/100	1/80	1/60	1/50
5	1/500	1/400	1/350	1/300	1/250	1/220	1/200	1/160	1/120	1/100	1/80	1/60
6	1/600	1/500	1/450	1/360	1/320	1/270	1/230	1/200	1/160	1/130	1/100	1/80
7	1/700	1/550	1/500	1/420	1/360	1/300	1/270	1/230	1/180	1/150	1/120	1/90
8	1/800	1/650	1/600	1/480	1/430	1/360	1/300	1/270	1/210	1/180	1/130	1/100
9	1/900	1/750	1/650	1/540	1/480	1/400	1/350	1/300	1/240	1/200	1/150	1/110
10	1/1000	1/800	1/750	1/650	1/540	1/450	1/400	1/340	1/270	1/230	1/170	1/130

Vaatleme veel pildistatava objekti liikumissuuna mõju säritusajale. Kõige lühem säritusaeg on nõutav siis, kui ese liigub paralleelselt plaadi pinnale, või teisiti öeldes — perpendikulaarselt optilisele teljele. Kui liikumine toimub optilise telje suhtes mõnesuguse teravnurga all (vähem kui 90°), võib säritus olla pikem. Siin on tähtis ka veel teine asjaolu, nimelt liikuva eseme kujutise (tema äärmiste punktide) kaugus ülesvõtte keskkohast. Mida lähemal asuvad kujutise äärmised punktid ülesvõtte keskkohale, seda pikem võib olla säritus. Ja vastupidi, kui kujutis asub ülesvõtte serva läheduses, siis peab säritus olema lühem.

Praktilises töös võib juhinduda järgmistest reeglitest:

1) kui objekt liigub suurema nurga all kui 45°, siis võib rakendada sama säritust, mis 90°-se liikumise puhul; 2) umbes

20—40° nurga juures võib säritusaega kahekordistada, kui objekt ei asu liiga lähedal ülesvõtte servale; 3) nullile lähedaste nurkade juures, s. t. kui objekt liigub piki optilist telge (otse aparaadile või temast kaugemale), võib säritust 3—5 korda suurendada võrreldes normidega.

Kui esemed liiguvad mitmesugustes suundades, näiteks tänavliiklemise pildistamisel, tuleb arvestada nende objektidega, mis liiguvad kõige suurema suhtelise kiirusega, s. t. paralleelselt plaadi pinnale. Seda reeglit tuleb kasutada, kui pildistatakse aparaadiga, mille katiku kiirus on väike.

Toome tabeli väikseimate kauguste kohta, millelt võib pildistada liikuvaid esemeid säritusajaga 1/100 sek. Tabel on arvestatud meetrites ja objektiivile, mille $f = 13{,}5$ cm. Lubatava ebateravuse piir on 0,1 mm. Kui ebateravuse lubatav piir on 0,2 mm, siis tuleb need arvud kaks korda vähendada.

Väikseimate kauguste tabel liikuvate objektide pildistamisel.

Liikuv objekt	Ese liigub		
	paralleelselt plaadile	45° nurga all	otse aparaadile
Jalakäija, normaalselt käiv . .	14	10	4
Jalakäija, kiiresti käiv . . .	20	15	6
Ujuja	14	10	4
Ujuja, ujudes pikka maad . .	20	15	6
Jooksja, hüppaja	50	35	15
Uisutaja	50	35	15
Uisutaja-võistleja	100	70	30
Suusataja, normaalse sammuga	30	20	10
Suusataja-võistleja	100	40	20
Suusataja, mäest laskumisel . .	120	80	40
Võimlemisharjutused	100	70	30
Jalgrattur, normaalselt sõitev .	50	35	15
Jalgrattur-võistleja	200	140	60
Hobune, sammusõitev	20	15	6
Hobune, traaviv	50	35	15
Hobune, galopeeriv	120	80	40
Hobune, hüppel	200	140	60
Tramm	30	20	10
Auto linnatänaval	70	50	20
Auto täiskäigul	140	100	40
Kaubarong	80	45	22
Reisirong	120	70	50

Pildistades säritusajaga 1/50 sek. tuleb kaugust suurendada 2 korda, 1/25 sekundiga — 4 korda, võrreldes näitajaga, mis on toodud tabelis 1/100 sek. säritusaja jaoks.

Spordivõtted nõuavad lühikest säritusaega, sellepärast tuleb neid ülesvõtteid teha peamiselt heleda valgustuse juures, kõrgetundlikule negatiivmaterjalile valgusjõulise objektiiviga. Tuleb kasutada lühifookuselisi objektiive, millel on suur teravussügavus ning mis võimaldavad lõpmatusele teravustatuna pildistada väga lühikeselt kauguselt — see kergendab pildistamisprotsessi.

On väga tähtis, et liikumise jäädvustamiseks valitaks kõige sobivam moment. Paljud liikuvate esemete ülesvõtted jätavad liikumisest ebaloomuliku mulje. Tõepoolest, vahel näib liikuv ese pildil tardununa, saadav mulje ei vasta harjumuspärasele kujutlusele liikuvast objektist. Sageli osutub liikuva eseme pildistamisel kõige õigemaks momendiks see, kui tema liikumises, samuti ka tema üksikute osade (näiteks inimese jalgade) liikumises toimub teatav aeglustumine. Vaadeldes kõndivat, uisutavat või suusatavat inimest, võib tähele panna teatavaid põhiseisundeid: nii toimub iga sammu alguses aeglustumine jalgade liikumises, mis alles aegapidi areneb suurimaks kiiruseks. Need momendid on pildistamiseks kõige soodsamad.

Hüpped.

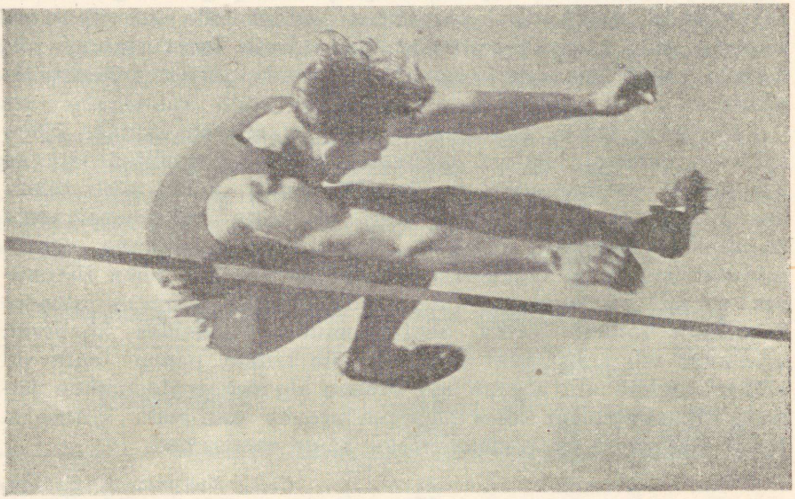
See spordiala nõuab pildistamisel kõrgetundlikku negatiivmaterjali ja väga lühikest säritusaega. Hea teravuse saamiseks on kõige sobivam moment see, kui hüppaja läheb tõusult üle langusele. Nimelt on sel hetkel liikumiskiirus minimaalne ja seepärast saadakse hüppaja kuju kõige selgem.

Kaugus- ja kõrgushüppeid on kõige parem fotografeerida madala pildistamispunktiga, mis teeb ülesvõtte efektsemaks. Et saada ülesvõtet suuremas mastaabis, tuleb pildistada 3—5 m kauguselt. Silmas pidades väga kiiresti muutuvaid olukordi, tuleb teravaksseadmist teostada varem, kõrgushüppel näiteks lati järgi või kaugushüppel oletatavale pildistamiskohale asetatud kepikese järgi. Kui kaamera on teravaks seatud lati järgi, siis tuleb säritada hetkel, mil hüppaja on lati kohal.

Teivashüppe pildistamiseks tuleb valida moment, kui hüppaja ületab lati ja vabastab teiba.

Kui pildistatakse hüppemäelt sooritatavat suusahüpet, siis sobib selleks moment, mil suusataja sooritab ärahüppe trampliinilt. Kõrgem pildistamispunkt annab mäest hea perspektiivi, rõhutab hüppe kõrgust ja pikkust.

Ülesvõtted hüpetest nõuavad säritusaega 1/300—1/500 sek.



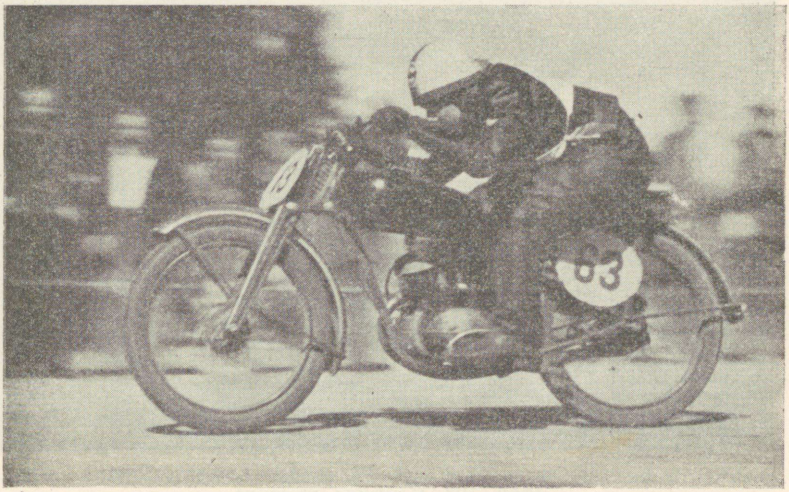
Joon. 106. Kõrgushüpe.

Jooks ja uisutamine.

Nende spordialade, eriti jooksu ülesvõtted ei jäta nii mõjuvat muljet kui ülesvõtted hüpetest. Siin on liiga vähe huvitavaid olukordi; stardis võib hästi edasi anda sportlaste pingulolekut enne väljahüpet, finišis — viimast pingutust võidu saavutamiseks. Stardi pildistamisel on kõige efektsem madal pildistamispunkt. Finišit peab pildistama natukene küljelt, seades aparaadi eelnevalt teravaks finišilindile.

Uisusport annab väga meeldivaid ülesvõtteid. Sportlaste tumedad kujud päikesekiirtes sätendaval jääl on efektsed. Niisuguse šablooniliseks muutunud mooduse võib asendada ülesvõttega pehmetes toonides, milles detailid on hästi läbi töötatud.

Jooksjate ja uisutajate pildistamisel võib aparaati „kaasa vedada" paralleelselt sportlaste liikumisele. Sel juhul saadakse sportlase kuju terav, foon aga kujuneb liikunuks. Niisugused võtted annavad dünaamilisi fotosid, milledes tundub liikumist. Liikunud foon vähendab mõnevõrra sportlase kuju staatilist olekut, mis võib tekkida liikumisfaasi ebaõnnestunud fikseerimisest. Peab tähendama, et fotograaf peab hästi tundma jooksu arengufaase, sest et jalgade teatavate asendite puhul tekib „paigaljooksu", mitte aga hoogsa edasiliikumise mulje.



Joon. 107. Mootorrattur on pildistatud „kaasavedamisega".

Jalgpall ja hoki.

Jalgpalli- või hokimatši pildistamine on eriti keerukas ning erakorraliselt raske. Siin nõutakse fotograafilt kiiret orienteerumist, teravat silma ja oskust määrata kiiresti õiget kaugust pildistatavast objektist. Et jalgpalli- ja hokimäng omavad üliküllu ses kiiresti muutuvaid olukordi, siis on asjata püüda mängijaid taga ajada, aparaat käes. Sellistel juhtudel ei õnnestu fotograafil kunagi, peale harvade erandite, saavutada teravat pilti. Teravustamine on selliste spordialade pildistamise juures

eriti valus probleem. Mitte mingisugune teravustamise automaatne ühendamine pildiotsijaga ei päästa olukorda — mängu seisundid muutuvad liiga kiiresti. Seisukorra päästab järgmine võte.



Joon. 108. Kriitiline moment.

Vilunud fotograaf peab aegsasti selgitama, kumb meeskond on tugevam ja kes mängijaist on juhtivad. Vastavalt sellele peab ta seisma mänguväljal teatud paigas ja kannatlikult ootama huvitavat kombinatsiooni, mis areneks tema poolt väljavalitud punkti läheduses. Arusaadavalt tuleb kaamera eelnevalt vastavale kaugusele teravustada.

Pildistamisel peab püüdma fotole paigutada mängijate väikest gruppi, mitte rohkem kui neli mängijat. Pall peab olema pildil tingimata näha. Ainult väga harvadel juhtudel on pall selgesti aimatav ka siis, kui ta tegelikult pildilt puudub. Kõige parem on pildistada värava juures. Harilikult toimuvad siin

mängu kõige dramaatilisemad episoodid, tekivad teravad, dünaamilised olukorrad. Jalgpall ja hoki nõuavad väga lühikest säritusaega — 1/500 kuni 1/1000 sekundit.

Veesport.

See spordiala kuulub meeldivaimate süžeede hulka. Vesi töötatakse pildil hästi läbi ning annab mitmekesiseid valgusefekte, pehmendades pildistatava objekti varje. Veepalli- ja ujumisvõistlused nõuavad suhteliselt lühikest säritusaega ja ei tekita pildistamisel erilisi raskusi. Vettehüpped annavad kõige efektsemaid ülesvõtteid.

Head ülesvõtted on need, kus ujuja sooritab äratõuke trampliinilt ja just hakkab alla langema. Efektsed on ka vette sukeldumise momendid. Kaunilt painutatud keha, veepritsmed, päikesesätendus veel — kõik need elemendid, kui neid kasutatakse oskuslikult, annavad väljapaistvaid fotosid.

Katiku kiirus peab olema suur: hüppeid tuleb pildistada säritusajaga 1/500 kuni 1/800 sek. Pildistamispunkt võib olla väga mitmesugune.

Ka sõudesport on tänuväärseks süžeeks, eriti kui seda õnnestub pildistada linnulennult, näiteks sillalt, hüppetornist jne. Sõudepaatide kiirus on küllalt suur ning neid tuleb pildistada säritusajaga 1/200 kuni 1/300 sek. Pildistamiseks on kõige sobivam moment see, kui aerutõmme on lõppenud ning aerud on tõmmatud taha. Selles asendis on sõudjate poos kõige pingutatum, aerutõmmetest tekkinud veekeerised elustavad ülesvõtet, kõnelevad liikumise kiirusest.

73. NATÜÜRMORT.

Tehniliste žurnaalide ja hinnakirjade leheküljed on täidetud masinaosade fotodega, toodangu näidistega. Sageli aitab hea selge foto eseme olemust paremini edasi anda kui ükski joonestis.

Natüürmorti on raske pildistada. Et saavutada head mõjuvat ülesvõtet, tuleb palju töötada, tuleb õppida ületama teatavaid tehnilisi ja kompositsioonilisi raskusi. Natüürmordi pildistamine valmistab fotograafile palju ootamatuid raskusi; neid võib üle-

tada ainult siis, kui mobiliseerida kõik oma loomingulised ressursid. Meid ümbritsevad esemed ei erine üksteisest mitte ainult oma kujult, kaalult ja ruumilisuselt, vaid ka materjalilt millest nad on valmistatud ja värvuselt.

Esimene ülesanne, mille fotograaf peab õigesti lahendama, on eseme ruumilisuse ja vormi edasiandmine. Peamise vahendina on tema käsutuses valgus. Valgustuse iseloomu muutmisega võib üht ja sama eset edasi anda mitmeti. Hajutatud valgus annab ühetoonilise, loiu kujutise: vaatleja pilk libiseb mööda natüürmordi pinda, leidmata ruumilisust. Küljeltvalgustuse puhul joonistuvad nurgad ja servad teravasti, see aga soodustab natüürmordi ruumilisuse tajumist. Sageli ei osutu küljeltvalgustus üksinda küllaldaseks, sest et suunatud valgus võib anda meie objektile soovimatult tugeva kontrastsuse: varjud on täiesti tumedad, valgustatud kohad on aga valgusega üle ujutatud. Lisandades valgust, suunates seda teisest küljest, võib fotograaf pildistatava eseme valgustust tasandada; eseme varjudesse ilmuvad detailid, mis enne ei olnud nähtavad. Kolmandast valgusallikast võib valguse juhtida foonile või teisejärgulistele esemetele. Rohkem kui kolme valgusallikat ei tule, peale harvade erijuhtude, natüürmordi pildistamiseks kasutada — see ainult teeb ilmeka pildi saamise ülesande raskemaks.

Eseme kuju, tema piirjooned juba iseendast tekitavad mulje tema massist, kaalust. Kui võib rääkida eseme kaalu edasiandmisest ülesvõttel, siis selle ülesande lahendamine on muidugi mõeldav kõigepealt selle eseme kuju vastava edasiandmisega. Üht ja sama eset pildistades võib anda talle igal ülesvõttel erineva kaalu. Eredate valguslaikudega kirjatud hele toonideskaala annab esemele kergust ja vastupidi, kergus puudub, kui pildil tumehallid toonid vahelduvad sügavmustadega.

Eseme massi iseloomustamisel omab suurt tähtsust eseme asukoht pildiväljas. Kera, mis on pildistatud kogu plaadile, „kaalub" hoopis rohkem sellest, mille kujutis katab näiteks ainult ühe kümnendiku pildiväljast.

Peale valguse etendab objektiiv tähtsat osa esemete ruumilisuse ja vormi edasiandmisel. Pikafookuseline objektiiv võtab esemetelt nende sügavuse. Niisuguse objektiiviga pildistades ese nagu „kleepub" foonile. Kui lühifookuselise objektiiviga minnakse objektile liiga lähedale, siis muutub järsult harjumus-

pärane perspektiiv. Lühifookuseline objektiiv eraldab eseme foonist suure plastilisusega, mõnikord aga joonistab liialdatult välja tema ruumilisuse.

Teine tähtis ülesanne natüürmordi pildistamisel on materjali faktuuri, tema väliste tunnuste edasiandmine. Oletame, et pildistatakse tennisepalle. Valguse paigutusega ja objektiivi valikuga me püüdsime ülesvõttel edasi anda ruumilisust, lahendada üldist toonide kompositsiooni. Kui aga tennisepallid sarnanevad ülesvõttel piljardimunadega, siis pole ülesanne veel lahendatud; tuleb edasi anda ka palli materjali faktuur — tema ümber õmmeldud pehme valge kalevi kohev villkarv.

Ülesvõttel tuleb edasi anda mitte ainult objekti väline külg; peab ära näitama ka materjali, millest ta on valmistatud. Võib ju sile või kare ese olla valmistatud metallist, puust, luust, kivist jne. Seepärast tuleb eriti läbimõeldult ühendada mõlemad ülesvõtet mõjutavad tegurid — valguse ja objektiivi.

Kui on vaja edasi anda eseme poleeritud pinda, peab panema selle pinna helkima, ent ainult nii, et ta ei oleks kogu ulatuses valgusest haaratud, kuna refleksides võivad kaduma minna peened detailid — puu süüe, kivi toim, juuspeened mõrad luu pinnal jne. Poleeritud pinna pildistamisel ei tule valgustada mitte eset ennast, vaid tema fooni või lähemalasuvaid esemeid, ja seejuures nii, et nad peegelduksid pildistatava eseme siledal pinnal. Pinna detailide täpset edasianduvust võib saavutada ka teravaltjoonistava objektiivi kasutamisega.

Kõiki helkivaid esemeid tuleb pildistada valgustaratule materjalile. Ainult sel juhul on võimalik vältida kujutise kõiki detaile lämmatavat valgustara. Eriti õnnestunud ülesvõtteid võib saada polarisatsioon-valgusefiltreid kasutades. Seda tüüpi valgusefiltrid summutavad väga tugevaid reflekse.

Materjali faktuuri on kõige parem edasi anda, kui pildistatakse ühe valgusallikaga; viimast tuleb nii kaua paigast paika ümber asetada, kuni on saavutatud nõutav efekt. Teine ja samuti kolmas valgusallikas etendavad abistavat osa: pehmendavad varje, tasandavad toonideskaalat. Alguses tuleb süžee iseloomule vastavalt kindlaks määrata valgustuse iseloom — kas kasutada eest- või tagantvalgustust — ja alles pärast seda täpsustada valguse langenurka.

Ebatasased, karedad pinnad nõuavad peaaegu alati tunduva

nurga all suunatud valgust. Iga üksik kübemeke ja konarus muutub nähtavaks, omandab reljeefsust. Otselangeva valgusega on raske sellist ilmekust saavutada.

Klaasi faktuuri edasiandmiseks kasutame nii vastu- kui otsevalgust. Esimest peab harilikult rakendama nurgeliste klaasesemete pildistamisel, mis murravad ja deformeerivad neid läbivaid kiiri. Selliseid esemeid on hea pildistada vastuvalgusega, s. t. kui pildistatav objekt asetseb vahetult valgusallika ja kaamera vahel. Lamedaid läbipaistvaid esemeid võib pildistada kas otsevalgusega või valgustades fooni; sel juhul on selgesti tajutav eseme läbipaistvus ja tema detailid muutuvad hästi nähtavaiks.

Natüürmortide hulka tuleb lugeda ka ülesvõtteid masinatest. Need on väga rasked pildistamisobjektid. Masina detailide ja tema osade valgustamist tuleb organiseerida nii, et need negatiivid hästi läbi töötataks. Masinate kujutised peavad olema teravad alates esiplaanist kuni tagaplaanini. Naabermasinatest, riistadest ja mitmesugustest detailidest tuleb pildistatav masin eraldada ekraani abil. Ekraani värvuse peab valima vastavalt masina värvusele. Parimaid tulemusi annab hall ekraan.

Masinaosi tuleb pildistada foonil, mis maksimaalselt rõhutaks, tõstaks esile nende detailide kujutist. Reeglina peab foon olema heledam kui pildistatava objekti kujutis. Kui detaile on vaja pildistada ilma varjudeta, siis asetatakse nad klaasile, millel teatavasse kaugusesse on asetatud nõutava värvusega ekraan.

Masinaosi on kõige parem pildistada teatava nurga all, mille juures väljendub paremini nende ruumilisus.

Natüürmordi pildistamisel etendab tähtsat osa pildistamispunkt. Objekti tuleb hoolikalt vaadelda igast küljest, ülalt ja alt; pildistamispunkt määrata nii, et ükski iseloomustav detail ei oleks objektiivi eest varjatud, samal ajal aga üleliigsed, mittevajalikud oleksid nähtamatud. Selleks tuleb objekt vahel asetada põrandale või paigutada ta altvalgustatud klaasile, või siis pildistada läbi klaasi. Üksikutel juhtudel võib eseme tahtmatult deformeerida, lühifookuselise objektiiviga ebaõigesti edasi anda tema üksikosade proportsioone. Pikafookuselise objektiiviga lühikeselt kauguselt täie avaga pildistades võib teisejärgulised detailid muuta ebateravaiks.

Välja valida pildistatavas objektis oluline — see on tõsine ja keeruline ülesanne. Mitteesmajärgulise tähtsusega elemendid

tuleb pildiväljast kõrvaldada. Minnes seda teed, võib esile tuua ainuüksi detaili, jättes pildiväljast ära kõik muu. Ent seda võtet peab kasutama väga ettevaatlikult. Väga suurekaustalised ülesvõtted võivad materjali tundmatuseni muuta; objekt kaotab oma ilme; näiteks kui kootud riiet pildistame lühikeselt kauguselt, siis muutub see roguskiks.

Teine tõsine moment töös natüürmortidega on pildistatava materjali organiseerimine. Kui me ei püüa pildil saavutada joonte ja valguslaikude harmoonilist paigutust, siis — kuidas ka oleks edasi antud ruumilisus, kuju ja faktuur — ometi ei kujuneks pilt ilmekaks. Ülesvõtte kõik üksikud elemendid — olgu need siis esemed, jooned või valguslaigud — peavad leidma pildiväljas oma õige, loogiliselt põhjendatud koha. Ükski detail ei tohi näida isoleerituna, vaid peab olema orgaanilises seoses naaberdetailidega ja kogu tervikuga.

Natüürmordi pildistamisel on väga suur tähtsus negatiivmaterjalil. Tingimata peab kasutama hästi sensibiliseeritud plaate või filme koos valgusefiltriga; sel juhul on tagatud värvide hea edasianduvus; ülesvõte omab külluses detaile ja toonides pehmeid üleminekuid. See on põhireegel, mis kindlustab edu.

Tublisti tuleb varieerida fotomaterjali kontrastsust. Vähekontrastseid süžeesid tuleb pildistada kontrastsele materjalile ja väga kontrastseid, vastupidiselt — pehmetele plaatidele või filmidele.

Natüürmorte on kõige parem pildistada suureformaadilise kaameraga, mille objektiivi tugiraam ja kassetiosa on kallutatavad. Kaamera peab võimaldama objektiivi vahetamist ja tingimata omama mattklaasi. Natüürmorte ei ole soovitav pildistada FED'iga või teiste kinofilmkaameratega.

74. REPRODUKTSIOON.

Reproduktsioon, s. t. jooniste, maalide, fotokoopiate jne. pildistamine on fotopraktikas laialt tarvitusel. Reprodutseerimine nõuab teatud vilumust ja reast reeglitest kinnipidamist, ilma milleta on raske saavutada häid resultaate. Reproduktsioonitöid võib jaotada järgmistesse gruppidesse:

1. Ilmą pooltoonideta jooniste pildistamine: sulejoonised, joonestised (värvimata), trükitud ja käega kirjutatud tekst.

2. Pooltoonidega jooniste pildistamine; nende hulka kuuluvad: fotod, pliiatsijoonised, tušijoonised, joonised guaššvärvidega jne.

3. Maalide ja värvitud joonestiste pildistamine.

Heade reproduktsioonide saamiseks on nõutav:

a) originaali õige valgustus;

b) õige säritus;

c) sobiva valgustundliku materjali ja valgusefiltri valik ja

d) õige ilmutamine.

Reproduktsioonitöödeks on kõige sobivam kahekordse, aga veel parem — kolmekordse väljatõmbega matkakaamera. Kahekordne väljatõmme võimaldab loomulikus suuruses reproduktsiooni saamist, kolmekordne aga — suurendatud kujutise saamist, võrreldes originaaliga; viimase asjaolu tõttu langeb sageli ära suurendamise vajadus. Võib aga kasutada ka teisetüübilisi aparaate.

Reprodutseerimiseks kasutatavad aparaadid peavad rahuldama järgmisi nõudeid:

1) mattklaas peab olema paralleelne ekraanile;

2) mattklaas peab olema paralleelne objektiivi tugiraamile, paralleelsus ei tohi muutuda lõõtsa nihutamisel;

3) mattklaas ja objektiivi tugiraam peavad olema perpendikulaarsed aparaadi alusele (põhjalauale) ja lõpuks

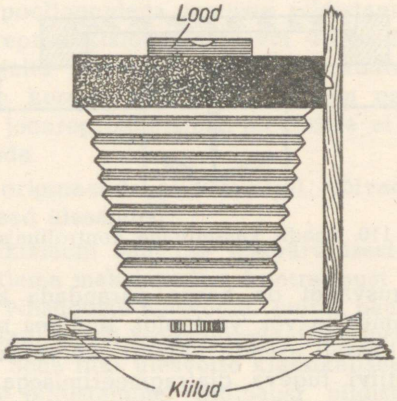
4) kassett ja mattklaas peavad asuma samal kaugusel objektiivist.

Nende defektide puudumises võib veenduda lihtsate proovide abil.

1. Mattklaasi ja ekraani paralleelsust võib kontrollida kompassi abil. Selleks kinnitatakse kompass mingi täisnurkse lauakese külge. Lauake koos kompassiga asetatakse algul vastu aparaadi kassetiosa ja märgitakse ära jaotis, millele osutab kompassi magnetnõel, pärast seda aga vastu ekraani; kui magnetnõel peatub samal jaotisel, millel esimesel juhulgi, siis on paralleelsuse tingimus täidetud. Aparaadi kassetiosa nihutamisel ei tohi magnetnõela asend muutuda.

2. Mattklaasi ja objektiiviraami paralleelsust kontrollitakse järgmisel viisil. Aparaat tõmmatakse lahti ja asetatakse horisontaalsele lauale. Selleks võib kasutada erilist lauda kolme tõstekruviga või ka kolme kiiluga (joon. 109). Kassetiosa võib lugeda

horisontaalseks, kui loemull jääb keskele kahe omavahel perpendikulaarse asendi puhul. Seejärel viiakse mattklaas koos loega pööriku abil allapoole. Kui loemulli asend ei muutu, siis tähendab see, et mattklaas liigub paralleelselt; loemulli kõrvalekaldumine ühe jaotise võrra on lubatud.

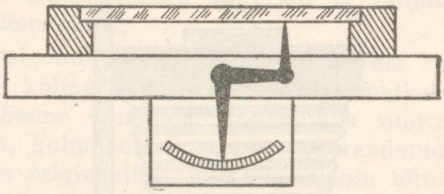


Joon. 109. Mattklaasi liikumise paralleelsuse kontrollimine.

Et kontrollida, kas mattklaas ja objektiiviraam on omavahel paralleelsed, selleks on küllalt, kui eraldada mattklaasi raam ja asetada lood objektiivilauakesele (millelt objektiiv on enne ära keeratud). Loemulli kõrvalekaldumine osutab paralleelsuse puudumisele. Seda defekti on kerge kõrvaldada objektiivilauakese vahetamise teel. Uus lauake peab olema kergelt kiilutaolise kujuga, mis peab olema arvestatud vastavalt loemulli kõrvalekaldumisele.

3. Mattklaasi ja objektiiviraami perpendikulaarsust aparaadi aluse suhtes kontrollitakse nöörloe abil. Selleks viiakse aparaat horisontaalsesse asendisse. Nöörlood pannakse kassetiosa ja objektiivi tugiraami juurde; kui viimaste vertikaalpinnad ei osutu loenööriga paralleelseiks, siis näitab see, et puudub perpendikulaarsus. Seda defekti on kerge kõrvaldada kaameral, mille kassetiraam ja objektiiviraam on kallutatavad.

4. Kasseti kaugusvahet kontrollitakse joonisel 110 kujutatud abinõuga. See koosneb hoovast, mille üks ots toetub klaasile, teine aga näitab jaotisi skaalal. Algul asetatakse abinõu mattklaasi raamile ja seejärel kassetile, millesse on asetatud plaat. Kui kasseti ja mattklaasi kaugustes vahet ei ole, siis peab kontrollabinõu osuti näitama skaalal üht ja sama jaotist.



Joon. 110. Seadis kassetivahe kontrolliimiseks.

Kasseti kaugusvahet on kerge parandada kasseti valtside vastava hööveldamisega või, vastupidi, liimides nendele paberit. Peale selle võib kasseti asendi väikest kõrvalekaldumist kompenseerida objektiivi tugeva diafragmeerimisega.

Reproduktsiooniks võib kasutada iga tüüpi objektiivi, kui ei taotelda erilist täpsust. Mida halvema kvaliteediga on objektiiv, seda rohkem tuleb teda diafragmeerida. Kuid jooniste täpsemaks pildistamiseks on parem tarvitada kaksik-anastigmaate. Eriti täpseteks reproduktsioonitöödeks tuleb kasutada spetsiaalseid reproduktsioonianastigmaate — apokromaate.

Objektiivi suhteline ava ei etenda reproduktsiooni juures mingit osa, kuna siin võib kasutada igasuguse kestusega säritust.

Reproduktsiooni juures on aga negatiivmaterjali valikul määratu suur tähtsus. Negatiivmaterjali peab valima vastavalt reprodutseeritava originaali iseloomule.

Reprodutseeritavaid originaale võib jaotada nelja liiki:

1. Tušijoonised ja joonestised valgel paberil.
2. Joonestised ja joonised läbipaistval materjalil — kalkal või vahapaberil.
3. Pooltoonidega joonised ja fotod.
4. Värvilised originaalid.

Joonestisi ja jooniseid vatmanil tuleb pildistada joonreproduktsioon-plaatidele, millega on võimalik saada positiivpiltidel

musti jooni täiesti valgel foonil. Kui niisugust süžeed pildistada harilikule negatiivplaadile või -filmile, siis saadakse tumehallid jooned helehallil foonil. Ent veel paremaid tulemusi annavad diapositiivplaadid ja positiivfilmid, kuna nad on reproduktsioonplaatidest kontrastsemad ja omavad pealegi väiksemat tera.

Vahapaberil ja kalkal olevaid jooniseid tuleb pildistada joonreproduktsioon-plaatidele, kasutades seejuures valgusefiltrit.

Fotode ja pooltoonidega jooniste pildistamiseks tuleb kasutada pooltoon-reproduktsioonplaate või -filme. Niisugused reproduktsioonmaterjalid omavad väheldast kontrastsuskoefitsienti ning nendel on kergem saavutada toonide peeni üleminekuid. Diapositiiv- ja joonreproduktsioon-plaatidele ei saa selliseid originaale pildistada.

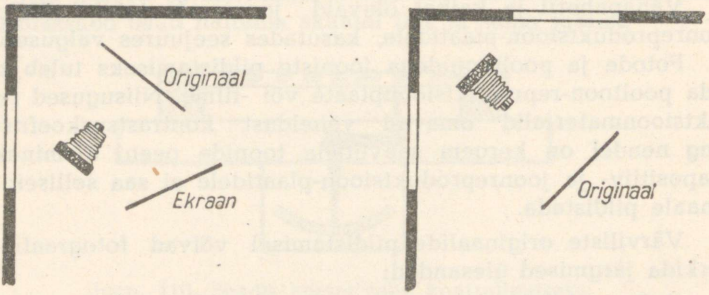
Värviliste originaalide pildistamisel võivad fotograafi ette kerkida järgmised ülesanded:

a) Reproduktsiooni saamine ühevärvilisest originaalist. Sel juhul peab taotlema maksimaalset kontrastsust joonistuse joonte ja fooni vahel. Niisuguste ülesvõtete juures peab tingimata kasutama pankromaatilist või isopankromaatilist materjali koos oranži valgusefiltriga. Seda liiki ülesvõtte klassikaliseks näiteks on sinipaus-joonestiste pildistamine. Sinipausi pildistamine harilikkudele või nõrgalt sensibiliseeritud plaatidele annab negatiivseid tulemusi. Pildistades aga pankromaatilistele plaatidele ning kasutades oranži valgusefiltrit saame selged valged jooned mustal või tumehallil foonil.

b) Värviga määritud originaalide parandamine reprodutseerimise teel. Niisuguste ülesvõtete juures tuleb kasutada isopankromaatilist materjali ja vastavaid valgusefiltreid. Tuleb valida niisugune valgusefilter, mis neelaks kiired, mida peegeldab joonestist rikkuv värvilaik. Sel juhul võib reproduktsioonil vältida originaalil leiduvaid laike.

c) Ühe mingisuguse värvuse esiletõstmine mitmevärvilise materjali pildistamisel. Sel juhul tuleb teha foon joonisest heledamaks või, vastupidi, tumedamaks. Originaal pildistatakse ülesandest sõltuvalt kas sensibiliseeritud plaatidele koos tihedate valgusefiltritega või siis sensibiliseerimata materjalile ilma filtrita. Seejuures peab juhinduma järgmistest reeglitest: 1) kui on vaja esiletõstetavat värvust edasi anda kõige heledamana, siis tuleb tarvitada materjali, mis on sensibiliseeritud selle värvuse

kiirte jaoks, ja kasutada samavärvilist valgusefiltrit; 2) kui esiletõstetavat värvust tahetakse edasi anda tumedamana kui teised värvused, siis tuleb pildistada pankromaatilisele materjalile ja kasutada valgusefiltrit, mis neelab seda värvi kiired täielikult.



Joon. 111. Originaali paigutuse skeem reprodutseerimisel.

Valgustus reprodutseerimisel.

Reprodutseerimisel on tingimata vajalik originaali täiesti ühtlane valgustus.

Valgusallikana võib tarvitada nii päevavalgust kui ka kunstlikku valgust. Loomuliku valgustuse juures on nõutav originaali niisugune paigutus, et valgus langeks temale perpendikulaarselt. Pildistades ühe aknaga toas, tuleb originaal üles seada akna suhtes teatava nurga all; sel juhul tuleb abiks võtta peegeldav ekraan, et saavutada ühtlast valgustust (joon. 111).

Üldiselt ei ole reproduktsioon-ülesvõtete tegemine loomuliku valgustuse juures otstarbekohane, sest et väga raske on saavutada ühtlast valgustust ja vältida helke. Ainult ühel juhul annab reproduktsioon päevavalguse juures ikka häid tulemusi: see on vahapaberil või kalkal olevate joonestiste pildistamine vastu valgust. Selleks kinnitatakse joonestis klaasile ja asetatakse vastu akent. Õige särituse puhul ei tule nähtavale kalka struktuur ja ülesvõte kujuneb suurepäraseks. Valgustara vältimiseks kinnitatakse nõeltega joonestise ümber lai mustast paberist raam. Akna taga ei tohi olla mingeid ehitisi ega puid, kuna nende varjud võivad põhjustada joonestise ebaühtlase valgustuse.

Kunstliku valgustuse juures paigutatakse valgusallikad — näiteks võrdse võimsusega elektrilambid — originaali pinna ühtlaseks valgustamiseks aparaadi külgedele, ja nimelt nii, et nendelt tulevad valguskiired ei satuks objektiivi. Valguse tugevdamiseks tuleb lambid varustada valgest kartongist või valgest plekist reflektoritega.

Suuremõõteliste joonestiste pildistamisel ei anna aga niisugune valgusallikate paigutus joonestise pinna ühtlast valgustust. Sel juhul tuleb joonestise pinda valgustada mitme lambiga varustatud reflektoritega. Et saavutada ühtlast valgustust, peab silmas pidama järgmisi tingimusi:

1) ekraani pinda peab valgustama paarisarv lampe;
2) lambid peavad asetsema ühes tasapinnas;
3) lampide tasapind peab olema paralleelne ekraani tasapinnaga;
4) lambid peavad olema ühesuguse võimsusega.

Lambid võib paigutada ringikujulisele või täisnurksele raamile. Ekraani valgustuse ühtlus sõltub lampide kaugusest. Mida suurem on kaugus, seda ühtlasem on valgustus. Lampide tunduval eemaldamisel langeb aga ekraani valgustustugevus, mis tingib säritusaja märgatava pikenemise.

Kõige otstarbekohasem kaugus on niisugune, mille juures ekraani valgustus on ühtlane ja samal ajal maksimaalne. Kui ekraani pinna valgustamiseks kasutatakse nelja lampi, siis on kõige ratsionaalsemaks lampidepinna kauguseks 0,7 raami diagonaali, millele on paigutatud lambid. Raam peab omama ruudu kuju, lambid aga paigutatakse tema nurkadele.

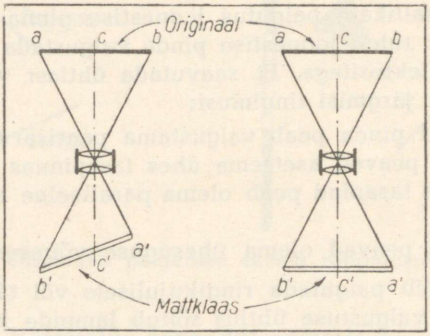
Edasi vaatleme aparaadi ülesseadmise ja originaali paigutamise küsimusi. Siin tuleb silmas pidada kolme järgmist reeglit:

1. Originaal ja mattklaas peavad olema omavahel paralleelsed.
2. Objektiivi optiline telg olgu suunatud originaali keskkohta.
3. Originaal ei tohi anda reflekse.

Mattklaasi paralleelsus originaali pinna suhtes on tarvilik joonise täpse sarnasuse saavutamiseks. Isegi tühine kõrvalekaldumine sellest põhjustab perspektiivi moonutust. Joonis 112 selgitab öeldut: jooniselt on näha, et originaali serv *bc* osutub lühe-

maks kui külg $b'c'$ reproduktsioonil, külg ac aga pikemaks kui $a'c'$.

Kuna paralleelsuse saavutamine on väga raske, kui kaamera ja originaali vahel puudub mehaaniline seos, siis on soovitav teha reproduktsioonitöödeks eri laud, mille kavand on toodud joonisel 113.



Joon. 112. Mattklaasi ja originaali vahelise paralleelsuse vajalikkust selgitav skeem.

Kõige suurem täpsus on vajalik joonestiste reprodutseerimisel.

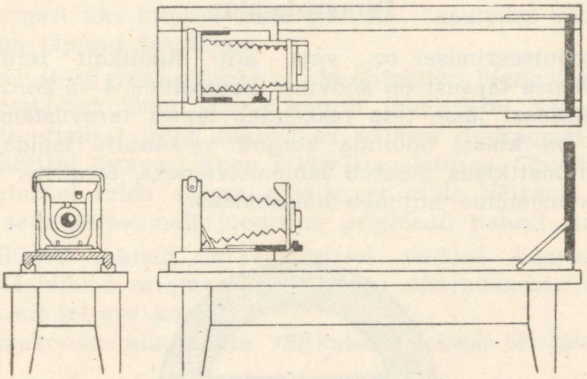
Teise tingimuse (optilise telje lõikumine originaali keskkohaga) täitmata jätmine võib viia selleni, et originaali vastasküljed ei paikne telje suhtes sümmeetriliselt, mille tagajärjeks on pildivälja ebaühtlane teravus ja valgustus.

Refleksid põhjustavad negatiivil tumedaid laike, mis lämmatavad detaile. Aparaadi ülesseadmisel peab jälgima, et tema vari ei langeks originaalile.

Mattklaasi ja originaali pinna paralleelsust võib saavutada mitmel viisil. Meie peatume nendest järgmisel.

Ekraani ette riputatakse tema pinnale paralleelne peegel (on parem, kui peegel ehitatakse ekraani sisse). Teravustamist peeglile teostatakse nii, et objektiivi keskpunkti peegeldus langeks täpselt ühte mattklaasi keskpunktiga (mattklaasi keskpunkti võib määrata diagonaalide abil). Sel juhul osutub objektiivi optiline

telg perpendikulaarseks nii mattklaasile kui ka ekraanile (mis on võimalik ainult siis, kui nad on teineteisele paralleelsed). Mitteparalleelse asendi puhul ei lange objektiivi peegeldus mattklaasi tsentrisse.



Joon. 113. Reprodutseerimislaud.

Reprodutseeritavad originaalid peavad olema hästi alal hoitud, sest katkistest ja kortsunud joonististest ei ole võimalik saada laitmatut kujutist. Originaali võib kinnitada ekraanile nuplitega. Kortsunud ja kulunud originaalid tuleb enne pildistamist siledaks teha; selleks pannakse nad kopeerraami peegelklaasi alla ja surutakse sirgeks. Sel juhul võib klaas peegeldada akent või teisi lähedal asuvaid esemeid; sellised peegeldused võivad aga anda plaadil reflekse. Sellepärast tuleb enne pildistamist välja selgitada, kas on klaasil kõrvaliste esemete peegeldusi, ja kui on, siis peab need kõrvaldama. Vahel silm ei taba peegeldusi klaasilt, fotoplaadil aga esinevad nad siiski refleksidena, tumedate laikudena.

Et olla kindel reflekside puudumises, tuleb pärast aparaadi ülesseadmist objektiivi viimase võimaluseni diafragmeerida, eemaldada mattklaas ja, varjates aparaati mingi kattega, vaadelda originaali läbi objektiivi ava. Niisuguse vaatlemise juures on isegi tühised refleksid märgatavad.

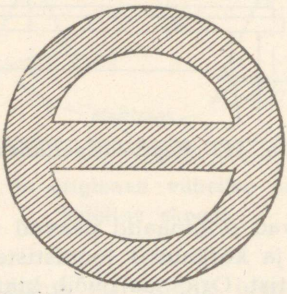
Pliiatsijooniste reprodutseerimisel võib kontrastsust suuren-

dada, rakendades tugevat külgvalgustust ja kasutades diapositiivplaate.

Vanu luitunud fotosid saab edukalt pildistada sinise valgusefiltriga.

Teravustamine.

Reprodutseerimisel on vaja eriti hoolikalt teravustada. Teravustamise täpsust on soovitav kontrollida 4—5-kordse luubi abil. Mattklaasi jäme tera raskendab täpset teravustamist; otstarbekas on klaasi hõõruda kergelt vaseliinise lapiga, mille tagajärjel mattklaas muutub läbipaistvamaks, teralisus väheneb ning teravustamine kujuneb hõlpsamaks.



Joon. 114. Diafragma täpseks teravustamiseks reprodutseerimisel.

Hea on kasutada järgmisel viisil valmistatud eri-mattklaasi. Võetakse kergelt looristunud plaat ja kinnistatakse hästi. Seejärel pestakse teda põhjalikult, kuivatatakse ja asetatakse 3%-lisse baariumkloriidi lahusesse, siis loputatakse vees ja pannakse 2%-lisse glaubrisoola lahusesse. Pestakse veel kord ja kuivatatakse. Sel viisil saadud mattklaasil on väga peenike tera.

Teravustamise täpsuse suurendamiseks võib peale luubi kasutada ka sellist lihtsat abinõu.

Papile joonestatakse ring, mille raadius võrdub objektiivi tuubuse raadiusega. Läbi keskpunkti tõmmatakse diameeter, mis jagab selle ringi osadeks. Keskmine osa (diameeter) jäetakse alles, segmendid aga lõigatakse välja nii, nagu näidatud jooni-

sel 114: sel teel saame omapärase diafragma. Objektiivile tuleb ta kinnitada nõnda, et keskosa oleks asetatud horisontaalselt. Nüüd alustatakse teravustamist, milleks valitakse kõige peenem horisontaalne joon originaalil. Teravustamata olukorras kujutub joon kahekordsena ja ainult täpse teravuse korral saadakse joonest üks kujutis. Seda meetodit kasutades võib saavutada väga täpseid resultaate.

Teravuse suurendamiseks ei ole objektiivi liigne diafragmeerimine otstarbekohane. Ainult suurte joonististe või maalide reprodutseerimisel tuleb rakendada väikest diafragmat, et saavutada ühtlast teravust kogu pildivälja ulatuses. Objektiivi diafragmeerimisel tuleb silmas pidada, et mida väiksem on diafragma, seda teravamalt joonistub originaali paberi struktuur.

Harilikult tekitab teravustamisel raskusi kaamera õige kauguse leidmine originaalist, eriti kui vähendamist on tarvis teostada kindel arv kordi.

Mitmekordse nihutamise vältimiseks toome eri tabeli.

Kaugused originaalist aparaadini reproduktsioonpildistamisel.

Originaali ...-kordne vähendus	Kaugus originaalist objektiivini	
	iga objektiivi jaoks (fookuse-kaugustes)	objektiivile, mille f = 13,5 cm (cm)
1	2	27
1,5	2,5	34
2	3	40,5
2,5	3,5	47
3	4	54
4	5	67,5
5	6	81
6	7	94,5
7	8	108
8	9	121
9	10	135

Enne selle tabeli kasutamist tuleb kindlaks määrata originaali vähendamise aste (joonsuurenduse nimetaja).

Näiteks: on vaja 9×12 cm plaadile pildistada joonistist, mille laius on 80 cm. Plaadi kasulikuks laiuseks loeme 10 cm;

seega tuleb vähendada 80 : 10 = 8 korda. Lahtris „vähendus" oleva arvu „8" kohta on näidatud, millise koefitsiendiga tuleb pea-fookusekaugust korrutada, et saada kaamera kaugust (lahter 2); lahtrist 3 leiame kauguse originaalist aparaadini, mille objektiivi fookusekaugus on 13,5 cm.

Reprodutseerimisel tuleb säritusaeg määrata täpselt. Juhul, kui reprodutseerimist teostatakse ühesuguse valgustundlikkusega negatiivmaterjalile standardse valgustuse ja vähenduse juures, on tarvilik vaid üks kord määrata säritusaeg proovivõttega.

Reprodutseerimistööd FED-iga.

FED-iga võib reprodutseerimistöid läbi viia ainult lisaläätsede või eriobjektiivi abil. Hariliku standardobjektiiviga saadakse originaalid 24×30 cm ja väiksemad pildiväljale niivõrd väikeses mastaabis, et neid on peaaegu võimata kasutada suurendamiseks.

Et kinofilmi pildivälja täielikult ära kasutada, tuleb standardobjektiivile ette panna üks lisaläätsedest (nr. 1 ja nr. 2). Kuna FED-il puudub mattklaas, siis teostatakse teravustamist kauguse mõõtmisega filmi pinnast kuni pildistatava originaalini.

Kõige mugavam on FED-iga reprodutseerida eritoendi abil. Toendil on loega varustatud pöörlev plokk, millega on võimalik määrata täpselt originaali keskkohta ja järelikult paigutada teda suurendusaparaadi aluslauale nii, et originaali keskkoht langeks ühte kujutise keskkohaga.

Kui kaamera on toendi külge kinnitatud, siis määratakse joonlaua abil kaugus originaalist kuni filmi pinnani, seejärel kinnitatakse kaamera tugevasti ja originaal seatakse loodi. Kaugus, millele kaamera peab olema asetatud, leidub ühel alltoodud tabeleist.

Tarvitades reprodutseerimisel lisaläätsi, peab objektiivi tugevasti diafragmeerima. Kujutise küllaldane teravus saavutatakse, kui objektiiv on diafragmeeritud kuni 1 : 12,5. Hoopis paremaid tulemusi annab eriobjektiiv. Niisugusel objektiivil on kahest tuubusest koosnev pide, kusjuures eesmine tuubus on varustatud tiguülekandega. FED-i reproduktsioonobjektiivi suhteline ava on 1 : 3,5 ja f = 50 mm; ta võimaldab reprodutseerimist 15 cm alates.

Kaugused läätsele nr. 1.			Kaugused läätsele nr. 2.		
Objektiivi tigukeerme kriipsu asend skaala suhtes	Kaugus originaalist kuni kaamera tagumise seinani (mm)	Originaali formaat (cm)	Objektiivi tigukeerme kriipsu asend skaala suhtes	Kaugus originaalist kuni kaamera tagumise seinani (mm)	Originaali formaat (cm)
∞	1000	42×63	∞	531	21 ×32
20	954	40×60	20	519	20,8×31,2
7	912	38×57	10	508	20,3×30,5
5	880	37×56	7	499	20 ×30
4	841	35×53	5	488	19,3×29
3	806	34×51	4	477	19 ×28
2	761	32×48	3	463	18,5×27,5
1,75	683	28×42	2	436	17 ×25
1,50	656	27×40	1,75	426	16,5×24,5
1,25	623	25×38	1,50	413	16 ×24
1,0	582	23×35	1,25	397	15 ×22
			1,0	375	14 ×20

Objektiivi kerel on kaks skaalat; üks nendest näitab kaugust reprodutseeritava objektini, teine — selle kauguse juures saadava kujutise mastaapi. Nendel skaaladel on järgmised jaotised:

Kaugus cm	105	80	65	55	45	35	30	25	20	17,5	15
Mastaap	1:20	1:15	1:12	1:10	1:8	1:6	1:5	1:4	1:3	1:2,5	1:2

Et reprodutseerimisel ei oleks tarvis iga kord mõõta kaugust pildistatava originaalini, võib märkida numbritega vastavad jaotised suurendusaparaadi tugisambale. Kauguste märkimist tuleb teha võimaliku täpsusega, et edaspidisel töötamisel võiks kindlalt nendele tugineda.

KUUES OSA.

STEREOSKOOPIA.

75. STEREOSKOOPILISE EFEKTI FÜÜSIKALISED ALUSED.

Stereoskoopiline fotograafia seisab selles, et ühest ja samast süžeest tehakse kaks fotograafilist ülesvõtet üheaegselt, kuid erinevatest vaatekohtadest. Kui pildistamisel pidada kinni vajalikkudest tingimustest ja hiljem vaadelda saadud fotosid teineteise suhtes vastavalt asetatuna, siis saadakse stereoskoopiline efekt, mille olemus seisab selles, et kahte tasapinnalist kujutist tajutakse silmadega kui ühte reljeefset.

Millega on stereoskoopiline efekt seletatav? Uurimused on näidanud, et vaadeldes mõnda eset kahe silmaga, pöörame silmi nii, et nende mõlema optilised teljed oleksid suunatud sellele esemele. Silmade niisuguse asetuse juures paikneb vaadeldava eseme kujutis silma võrkkesta kollase tähni tsentris.

Harilikku tasapinnalist fotot tuleks õigupoolest vaadelda ühe silmaga (monokulaarne nägemine); stereoskoopiline fotograafia on aga lahutamatult seotud binokulaarse nägemisega, s. t. kahesilmi-nägemisega, kusjuures kumbki silm peab nägema ainult ühte ülesvõtet.

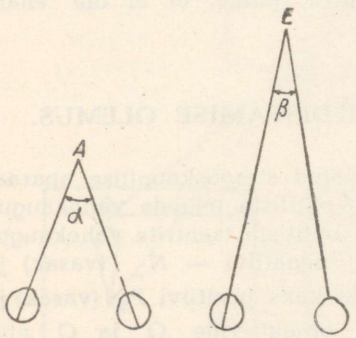
Joonisel 115 on kujutatud mõlemate silmade asetus punktiga A märgitud eseme vaatlemisel.

Objektile suunatud silmade optilised teljed lõikuvad mingi nurga α all. On ilmne, et mida lähemal silmale asub vaadeldav ese, seda suurem on nurk. Kaugemal asuva eseme vaatlemisel moodustavad sellele suunatud silmade optilised teljed nurga β, mis on väiksem kui α. Seega otsustame binokulaarsel ehk stereoskoopilisel nägemisel eseme kauguse üle silmalihaste pingutuse järgi; mida ligemal on ese, seda suurem nurk on telgede

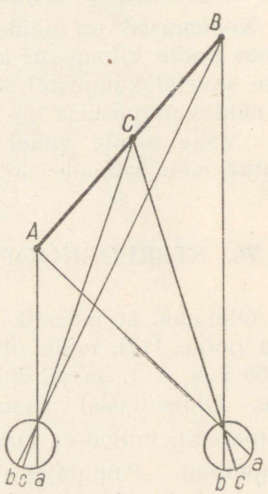
vahel ning seda suurem on silmamuna liikumist suunavate lihaste pingutus.

Allpool selgitame, missuguseks osutub eseme kujutise iseloom silmades nendega üheaegsel vaatlemisel.

Vaadelgem näiteks (joon. 116) mõlema silmaga mingisugust eset *AB*; silmade optilised teljed on seejuures suunatud eseme keskpunkti *C*. Jooniselt on näha, et selle eseme kujutised vasakus ja paremas silmas ei ole ühesugused. Binokulaarse nägemise olemus seisabki selles, et vasakus ja paremas silmas üheaegselt saadavad kaks erinevat kujutist annavad tulemusena stereoskoopilise efekti.



Joon. 115. Binokulaarse nägemise olemust selgitav skeem.



Joon. 116. Kiirtekäik binokulaarsel nägemisel.

Kui ese (näiteks pliiats) asetada silmadele väga lähedale, siis osutub tema vaatlemine raskendatuks, ese nähtub ebaselgelt ja kahekordselt. See nähtus seletub sellega, et eseme kujutis ei lange kollase tähni tsentrisse, silma võrkkesta kõige tundlikumasse ossa sellepärast, et me võime silma telgi ainult teatava piirini kõrvale viia ning nad ei või lõikuda väga suure nüri-

nurga all. Selle nähtusega tuleb arvestada stereoskoopilisel pildistamisel.

Kui vaadelda maastikku, millel perspektiiv ulatub mitmele kilomeetrile, siis on kergesti märgatav, et selle maastiku reljeefsus ei ole kogu sügavuses ühesugune. Sellal kui lähedal asuvad esemed on oma ruumiliselt asetuselt selgesti eraldatavad, näivad kaugus ja teda moodustavad üksikud esemed pinnalised, ebareljeefsed. Kauge tagaplaaniga maastikul meie orienteerume ainult selle tõttu, et lähemad esemed varjavad nende taga asuvaid, et esemete kujutiste mastaabid vähenevad proportsionaalselt esemete kaugusele vaatlejast, ja lõpuks tänu sellele, et vine katab üksikuid esemeid.

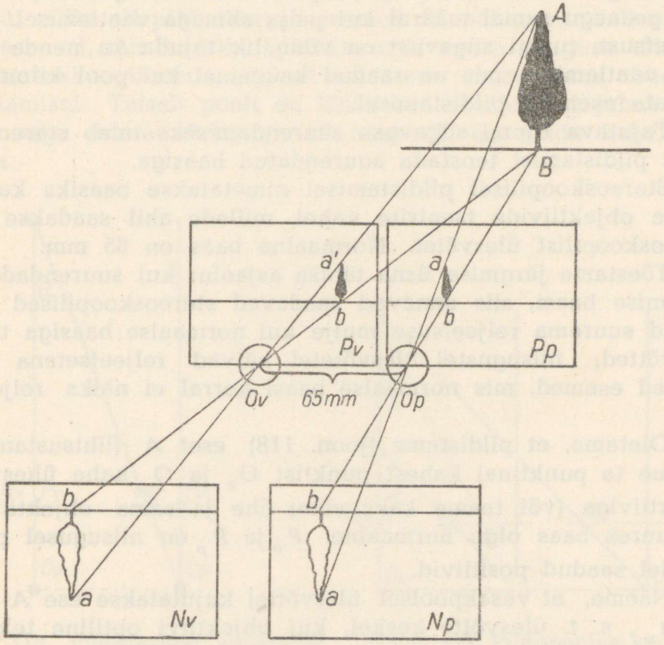
Kogemused on näidanud, et reljeefsus on tajutav ainult umbes poole kilomeetri kauguseni. Stereoskoopilise efekti kadumine suurtel kaugustel seletub sellega, et väga kauged esemed on nähtavad parema ja vasaku silmaga pea võrdsete nurkade all. Vahe nende vahel on seevõrra tühine, et ei ole enam tajutav meie silmade ja meeltega.

76. STEREOSKOOPILISE PILDISTAMISE OLEMUS.

Oletame, et maastik on pildistatud stereoskoopilise aparaadiga (joon. 117), mille objektiivide optiliste telgede vahekaugus on 65 mm, s. t. on võrdne silmade optiliste tsentrite vahekaugusega. Pildistamisel saame kaks negatiivi — N_v (vasak) ja N_p (parem), milledest kopeerime ka kaks positiivi P_v (vasak) ja P_p (parem). Paigutame positiivid objektiivide O_v ja O_p ette niisugusele kaugusele, millel asusid negatiivid pildistamise hetkel, kuid ainult teisele poole. Sel juhul iga punkti kujutis, näiteks puu ladva A kujutis satub kiirele, mis läheb puu ladvast objektiivi. Edasi kujutleme, et punktidel O_v ja O_p asetsevad vaatleja silmad. On selge, et vaatleja, kes vaatleb positiive P_v ja P_p [1] punktides O_v ja O_p asuvate silmadega, saab nendest piltidest samasuguse mulje nagu esemest AB endast, vaadeldes seda kahe silmaga nendestsamadest punktidest.

[1] S. t. vasaku silmaga vasakut positiivi ja parema silmaga paremat.

Stereoskoopilistes aparaatides saadakse negatiivid harilikult ühel plaadil. Kui nendest negatiividest kopeerida stereoskoopilised positiivid ja vaadelda neid stereoskoobis, siis reljeefsuse mulje kujutisest osutub ebaõigeks, sest vasakut pilti vaadeldakse parema silmaga ja paremat — vasakuga. Objektist õige



Joon. 117. Stereoskoopilise fotograafia olemust selgitav skeem.

mulje saamiseks tuleb positiivid lahti lõigata ja asetada parempoolne osa vasakule ja vasakpoolne paremale; nüüd vaadeldakse parempoolset pilti parema silmaga, vasakpoolset aga vasakuga.

77. STEREOSKOOPILINE PILDISTAMINE SUURENDATUD BAASIGA.

Stereoskoopilistes fotoaparaatides on objektiivide tsentrite vahekaugus 65 mm, mis vastab silmade tsentrite vahekaugusele või erineb sellest üsna vähesel määral. Vaadeldes niisuguse aparaadiga tehtud ülesvõtteid, tajume stereoskoopilisust, reljeefsust peaaegu samal määral kui palja silmaga vaatlemisel. Kuid reljeefsust, ruumi sügavust on võimalik tajuda ka nende kujutiste vaatlemisel, mis on saadud kaugemal kui pool kilomeetrit asuvate esemete pildistamisel.

Tajutava ruumi sügavuse suurendamiseks tuleb stereoskoopilist pildistamist teostada suurendatud baasiga.

Stereoskoopilisel pildistamisel nimetatakse baasiks kaugust nende objektiivide tsentrite vahel, millede abil saadakse kaks stereoskoopilist ülesvõtet. Normaalne baas on 65 mm.

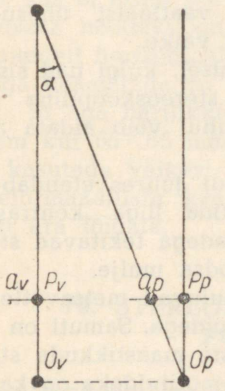
Tõestame järgmise üsna tähtsa asjaolu: kui suurendada pildistamise baasi, siis annavad saadavad stereoskoopilised ülesvõtted suurema reljeefsuse mulje kui normaalse baasiga tehtud ülesvõtted; niisugustel ülesvõtetel näivad reljeefsetena need kauged esemed, mis normaalse baasi korral ei näiks reljeefsetena.

Oletame, et pildistame (joon. 118) eset A (lihtsustamiseks võtame ta punktina) kahest punktist O_v ja O_p kahe ühesuguse objektiiviga (või teeme kaks võtet ühe ja sama objektiiviga), kusjuures baas olgu normaalne. P_v ja P_p on niisugusel pildistamisel saadud positiivid.

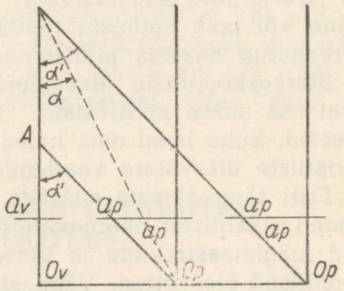
Näeme, et vasakpoolsel ülesvõttel kujutatakse ese A asendis a_v, s. t. ülesvõtte keskel, kui objektiivi optiline telg oli suunatud sellele esemele. Parempoolsel ülesvõttel kujutatakse sama ese asendis a_p. Neid ülesvõtteid vaadeldes lõikuvad punktidele a_v ja a_p suunatud silmade optilised teljed nurga α all ja nagu juba teame, saavad silmad ülesvõttest samasuguse mulje, kui eset A punktidest O_v ja O_p vahetult vaadelda.

Teistsugune mulje saadakse, kui pildistatakse suurendatud baasiga. Teeme (joon. 119) esimese võtte punktist O_v, teise aga punktist O_p, kusjuures, nagu jooniseltki nähtub, baas O_v ja O_p on suurem kui endine baas Ov ja O_p.

Teise meie poolt saadud ülesvõtte asetame punkti O_p s. t. O_v-st 65 mm kaugusele, sest et stereoskoopilisi ülesvõtteid ei ole võimalik vaadelda, kui nad asetsevad teineteisest suuremal kaugusel. Näeme, et nüüd moodustavad punktidele a_p ja a_v suunatud silmade optilised teljed omavahel nurga α, mis on suurem nurgast α'. Seega, suurendatud baasiga pildistamisel suurenevad nurgad, mille all pildistatavad esemed on nähtavad. Sellepärast need esemed, mis harilikul pildistamisel suure kauguse tõttu ei näi stereoskoopilistena, näivad selliistena suurendatud baasiga pildistamisel. Teiselt poolt on lähedased esemed sel juhul nähtavad väga suure nürinurga all ning võivad näida kahekordsetena.



Joon. 118. Pildistamine normaalse baasiga.



Joon. 119. Pildistamine suurendatud baasiga.

Suurendatud baasiga pildistamist rakendatakse tehnilisteks eriotstarveteks. Amatöörfotograafias rakendatakse seda moodust harva, siiski võib ta aga suuresti kasulikuks osutuda näiteks mägimaastiku pildistamisel.

Suurendatud baasiga pildistamisel tuleb silmas pidada, et aparaadi vahetus läheduses maastik oleks lahtise esiplaaniga, kuna liiga lähedased esemed vaatlemisel kahekordistuvad. Sel juhul on kõige parem pildistada kõrgemalt kohalt, näiteks kõrgendikult, tornist, maja katuselt jne.

78. STEREOSKOOPILISE PILDISTAMISE ISEÄRASUSI.

Stereoskoopilisel pildistamisel on hariliku pildistamisega võrreldes teatavaid iseärasusi, mis esijoones puudutavad pildistatava süžee iseloomu.

Stereoskoopilisel pildistamisel omab väga suurt tähtsust hästi paigutatud esiplaan. Asi seisab selles, et stereoskoopilise efekti tajumisel etendab peale varem nimetatud asjaolude suurt osa võrdlus. Meie tajume kaugemate esemete ruumilist asetust palju kergemini ja paremini sel juhul, kui meie ees, s. t. meile lähemal asuvad teised esemed. Sellepärast on stereoskoopilise efekti saamise mõttes parem, kui omame ülesvõtetel rida järk-järgult kaugenevaid esemeid. Siis on perspektiivi tajumine täielik. Esiplaani puudumisel või niisuguse süžee puhul, kus kõik fotografeeritavad esemed asuvad vaatlejast ühesugusel kaugusel, on stereoskoopiline efekt väga väike.

Väga kaugete maastikkude pildistamisel, kuigi nad sisaldavad järk-järgult kaugenevaid osi, on stereoskoopiline efekt tühine või pole hoopiski tajutav. Sel juhul võib aidata ainult suurendatud baasiga pildistamine.

Stereoskoopiliste ülesvõtete kvaliteedi juures etendab tunduvat osa süžee kontrastsus. Tuleb vältida liiga kontrastseid süžeesid, kuna need oma heledaimate osadega tekitavad stereoskoopiliste ülesvõtete vaatlemisel ebasoodsa mulje.

Eriti tänuväärsete süžeede hulka kuuluvad metsavõtted ja nurmed maaliliselt paiknevate puudegruppidega. Samuti on väga head mägimaastikkude ja üldse ebatasaste maastikkude stereoskoopilised ülesvõtted. Väga efektseteks motiivideks on ka jääliustikud, millede valguse eripärasused antakse stereoskoopilistel ülesvõtetel oivaliselt edasi.

Kaheldamatut eelist omavad stereoskoopilised ülesvõtted juhul, kui erilaadse süžee või pildistamise tingimuste tõttu saadakse liiga loid, ühetooniline ning inetu pilt. See juhtub näiteks siis, kui suvist või sügisest maastikku pildistame märja ilmaga, s. t. mil kõik esemed — majad, puud, teed, maapind — on kaetud rohke niiskusega, näivad tumedaina ja isegi silmadega vaatlemisel osutuvad liiga kontrastituks, harilikuks pildistamiseks sobimatuks. Sel juhul esinevad kõik esemed stereoskoopilistel ülesvõtetel suurema selgusega.

Lõpuks võivad väga head olla arhitektuuriliste ehitiste,

skulptuurteoste, läbipaistvate esemete jt. stereoskoopilised ülesvõtted.

Vähem tänulikkudeks süžeedeks stereoskoopias on portreed ja grupid. Vaadeldes taolisi ülesvõtteid läbi stereoskoobi näivad kujutised ebaloomulikena ja ebameeldivalt tardunuina.

Juhul, kui esteetilised nõuded ei ole esmajärgulised, vaid peaeesmärk on saada pildistatava süžee ruumilisest asetusest või reljeefsusest dokumentaalse täpsusega kujutis, siis on stereoskoopiline pildistamine asendamatu. Näitena võib tuua ülesvõtteid mitmesugustest aparaatidest, avarii ja teiste taoliste momentide asukohtadest ning olukordadest, ülesvõtteid keerukatest geomeetrilistest mudelitest jms.

Mis puutub stereoskoopilise ülesvõtte valmistamise tehnikasse, siis ei erine see peaaegu millegagi harilikust ülesvõttest; peamiseks nõudeks on, et aparaati hoitaks kogu pildistamise ajal rangelt horisontaalses asendis.

Iga kaameraga on võimalik teha kaks stereoskoopilist ülesvõtet. Et aga harilikku stereoskoopi kasutades ei või pilt olla suurem kui 65×65 mm, siis tuleb stereoskoopiliseks pildistamiseks kasutada väikesi kaameraid, s. t. 4,5×6 cm või 6×9 cm. Suureformaadiliste kaameratega pildistamisel tuleb suur osa pildist ära lõigata.

79. STEREOSKOOPILISTE ÜLESVÕTETE POSITIIVTÖÖTLUS.

Stereoskoopiliste ülesvõtete töötlemisel võib positiivmaterjalina kasutada harilikke fotopabereid ja diapositiivplaate. Seejuures on aga sobivad ainult siledad (läikega) paberid; krobelised paberid ei kõlba sellepärast, et stereoskoobiga vaatlemisel on nende struktuur selgesti nähtav. Kõige paremateks loetakse väga peene teraga siledaid pabereid, kuna nad ei reflekteeri nendele langevat valgust.

Paljud eelistavad stereoskoopilistele paberpositiividele diapositiive, mis annavad paremini edasi negatiivi detaile. Peale selle võib diapositiivplaatidel pikema toonideskaala tõttu paremini välja töötada isegi kontrastsete negatiivide toonideskaala. Diapositiivid omavad veel seda head külge, et neid võib kokku liimida mistahes värvi värvitud mattklaasiga. Omades komplekti

erivärvilisi klaase, võib stereoskoobis mattklaasi nendega asendada ja saavutada sel teel väga mitmesuguseid värviefekte.

Stereoskoopiliste ülesvõtete kopeerimine ei erine millegagi harilikust kopeerimisest; tuleb ainult rangelt jälgida, et detailid ei läheks kaduma; kontuuride ebateravus, joonistuse üldine loidus jne. ei ole stereoskoopiliste ülesvõtete juures lubatavad.

Ka positiivide tooniühtlusele tuleb tähelepanu pöörata; suur erinevus üksikpiltide toonis põhjustab iseloomustava helgi tekkimist, kui neid ülesvõtteid läbi stereoskoobi vaadelda. Niisugune nähtus on tingitud sellest, et nõrgemalt kopeeritud pildist langeb silma rohkem valgust kui tugevamalt kopeeritud pildist.

Tolm, täpid ja kriimustised positiividel rikuvad kogu asja, kuna nad vaatlemisel tulevad esile väga reljeefselt.

Positiivide valmistamisel stereoskoopilistest ülesvõtetest tuleb nad nii ümber asetada, et parempoolse objektiiviga tehtud ülesvõte asetseks vaatlemisel parema silma ees ja vasakpoolse objektiiviga tehtud ülesvõte — vasaku silma ees.

Stereoskoopilise negatiivi võib lõigata esiti pooleks, siis paigutada võtted ümber ja alles ümberpaigutatud negatiividest kopeerida positiivid. See viis on seotud riskiga, et lõikamisel võib negatiiv puruneda, sest mitte iga amatöör ei oska töötada klaasilõikajaga. Peale selle tuleb suureformaadilisi negatiive lõigata ka külgedelt.

Lõigata negatiivi servi õigesti ja hästi on raskem kui esimesel pilgul näib, ning seetõttu tuleb seda viisi kasutada ainult äärmisel juhul.

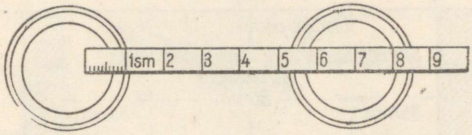
Kopeerida võib ka lõikamata negatiividest, siis aga saadud positiivid lõigata lahti ja paigutada ümber. See viis on mugavam.

Nüüd vaatleme, kuidas kleepida positiive. Et stereoskoopilisi ülesvõtteid õigesse asendisse kleepida, on vajalik, et objektiivide optiliste telgede lõikepunkte ülesvõtetega (nõndanimetatud peapunkte) läbiks stereoskoobi läätsede teljed, sest ainult sel juhul ja objektiivide ning läätsede ühesuguste fookusekauguste puhul ei ole perspektiiv moonutatud.

Peapunkti võib määrata, teades aparaadi objektiivide telgede vahelist kaugust. Viimast on kerge leida, mõõtes kauguse objektiivi tuubuste servade vahel, nagu näidatud joonisel 120.

Stereoskoopiliste aparaatide juures asuvad objektiivide optilised teljed tavaliselt horisontaaltasapinnas, jaotades plaadi poo-

leks. Juhul aga, kui objektiivilaud on alla viidud või veidi kergitatud, siis tuleb niisama palju ümber paigutada ka ülesvõtte keskmist horisontaaljoont. Seda on kerge teha, mõõtes pildistamisel kauguse objektiivi keskpunkti ja objektiivi põhilaua vahel.



Joon. 120. Läätsede keskpunktide vahelise kauguse mõõtmine.

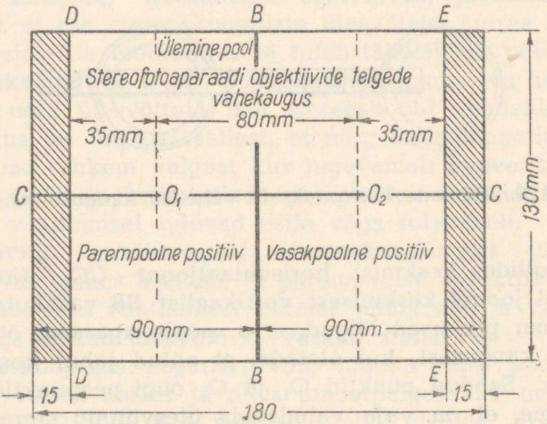
Kontrollides keskmist horisontaaljoont *CC* (joon. 121), võtame sel joonel keskmisest vertikaalist *BB* vasakule ja paremale 40 mm pikkused lõigud, s. o. poole aparaadi objektiivide vahelisest kaugusest, kui oletada, et antud juhul kogu kaugus on 80 mm. Saadud punktid O_1 ja O_2 ongi peapunktid.

Oletame, et on vaja valmistada ülesvõtteid stereoskoobile, mille läätsede keskpunktide vaheline kaugus on 70 mm. Tähendab, selleks et stereoskoobi läätsede teljed läbiksid ülesvõtete peapunkte, tuleb ülesvõtteid servadest kitsamaks lõigata. Selleks mõõdame peapunktidest O_1 ja O_2 paremale ja vasakule pikkuse, mis võrdub poolele läätsedevahelisele kaugusele, s. t. 35 mm. Läbi saadud punktide *D* ja *E* tõmbame keskjoonele *BB* paralleelsed jooned ja seejärel lõikame neid jooni pidi ära üleliigse osa.

Paigutame pildid ümber: vasakpoolse — paremale, parempoolse — vasakule; kleepides nad teineteise kõrvale, saame vaatlemisvalmis stereoskoopilise foto (joon. 122). Mõistagi, teostatakse see toiming positiivide tagaküljel. Et pilte töötlemisel mitte segi ajada, tuleb nendele peale kirjutada: „parempoolne", „vasakpoolne". Kui stereoülesvõte teostati hariliku kaameraga, siis jääb ülesvõtte töötlemisviis ja kleepimiseks ettevalmistamine peaaegu samaks.

Negatiividest kopeeritakse positiivid, kusjuures tuleb ära märkida, kas negatiiv oli parem- või vasakpoolne. Seejärel määratakse diagonaalide abil ülesvõtete peapunktid. Kuna hariliku kaameraga pildistamisel saadud positiivid on tavaliselt

stereoskoobi jaoks suured, siis lõigatakse nad nõutava suuruseni välise kontuuri järgi ühtlaselt, s. t. ühepalju ülalt, alt, vasakult ja paremalt. Sel viisil ettevalmistatud ülesvõtted kleebitakse kartongile tavalises korras.



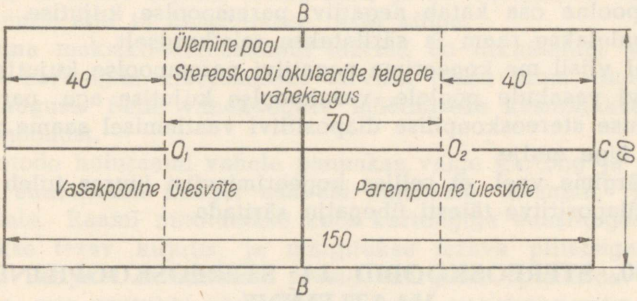
Joon. 121. Ülesvõtte ettevalmistamine kartongile kleepimiseks.

Pealekleepimisel tuleb tähele panna, et ülesvõtete keskpunkte ühendav sirgjoon oleks paralleelne paspartuu alumise äärega, kuna piltide kallutatud asendi juures tuleks vaatlejal vaatlemise juures pead küljele kallutada. Mingeid pealkirju ei tohi piltidele teha, sest et need eralduvad väga ebameeldivalt piltide üldisest foonist.

Ülaltoodud konstruktsiooni ei ole ratsionaalne läbi viia iga ülesvõtte jaoks. Võib valmistada klaasist šablooni, mille järgi teostada piltide lõikamist. Muide, piltide lõikamine on vajalik ainult 9×9 cm ja suuremate formaatide juures, väiksemaid pilte tasandatakse vaid (lõigatakse ääred jne.), sobitatakse stereoskoobi läätsede vahekaugusega ja kleebitakse kartongile.

Massilisel töötlemisel, kui ühest negatiivist on tarvis teha palju koopiaid, on kõige parem negatiivid lahti lõigata ja asetada kopeerraami nii, et negatiivide peapunktid asetseksid teineteisest stereoskoobi läätsede vahekaugusele vastaval kaugusel. Selleks, et negatiivid paigalt ei nihkuks, tuleb kummagi

negatiivi jaoks teha raami vastav süvend. Iga selline raam on kõlblik ainult teatava stereoskoobi tüübi jaoks. Peale selle on vaja valmistada iga raami jaoks šabloon, mille järgi teostada negatiivide äärte lõikamist.



Joon. 122. Stereoskoopiliste positiivide pealekleepimine.

Et negatiive 7×13 ja 6×13 cm seesuguses raamis kopeerida, selleks tuleb nad keskjoont pidi pooleks lõigata, paigutada ümber, suruda tihedalt teineteise vastu (serviti) ja siis kopeerida. Kopeerides sellises raamis formaadilt väiksemaid negatiive kui 6×13 cm, tuleb jätta negatiividele vahe, mis varjab positiivi seda osa valguse toime eest, mis pärast töötlemist peab jääma valgeks.

Formaadilt suurematel negatiividel kui 6×13 cm tuleb ääred ära lõigata, kasutades selleks varem valmistatud šablooni. Kui aga negatiivist pole vaja teha palju diapositiive, siis on parem kasutada eri raame, millega töötamisel ei tarvitse negatiive lõigata. Säärane raam on tavalise kopeerraami taoline, mis on stereoskoopnegatiivist poolteist korda pikem, laius aga võrdub negatiivi laiusega. Raamil on keskel ühe pildivälja suurune avaus.

Kopeerimist toimetatakse järgmiselt.

Stereoskoopnegatiiv asetatakse raami nii, et tema vasak äär puutuks raami vasakut seina, sel juhul asub vasak kujutis raami avause ees. Seejärel asetame negatiivile diapositiivplaadi nii, et tema parem äär puutuks raami paremat seina — siis katab tema vasakpoolne osa negatiivi vasakpoolse kujutise.

Diapositiivplaat surutakse kaanega kinni ja säritatakse vajalikul määral. Pärast seda avatakse kaas, kergitatakse diapositiivplaat üles ja negatiiv asetatakse ümber nii, et avause ette jääks tema parempoolne osa. Seejärel paigutatakse diapositiivplaat raami parempoolsest osast vasakusse, kusjuures tema parempoolne osa katab negatiivi parempoolse kujutise. Pärast seda suletakse raam ja säritatakse teistkordselt.

Sel viisil me kopeerime negatiivi parempoolse kujutise diapositiivi vasakule poolele, vasakpoolse kujutise aga paremale. Niisuguse stereoskoopilise diapositiivi vaatlemisel saame reljeefsusest õige mulje.

Märgime veel, et sellise kopeerimisviisi juures tuleb mõlemaid diapositiive täiesti ühepalju säritada.

80. STEREOSKOOBID JA STEREOSKOOPILINE VAATLEMINE.

Stereoskoopiliste ülesvõtete vaatlemiseks tarvitakse riista, mida nimetatakse stereoskoobiks.

Iga stereoskoobi oluliseks osaks on kaks läätse, mis on kinnitatud ühise raami külge. Vaadeldes läbi läätsede stereoskoopilist (kahekordset) ülesvõtet, saame täieliku illusiooni tõelikkusest. Stereoskoobi läätsede fookusekaugus peab olema niisama suur kui fotoaparaadi objektiividel, millega on pildistatud vaadeldav stereoskoopiline foto. Ent peab märkima, et kui ka seda nõuet ei täideta, on stereoskoopiline efekt siiski tajutav, ainult perspektiiv osutub veidi moonutatuks.

Olemasolevatest stereoskoopide süsteemidest vaatleme lääts- ja prisma-stereoskoope.

Lääts-stereoskoobid omavad okulaare, mis koosnevad kaksikkumerate läätsede kogust. Nende okulaarosa on liikuv ning seda võib seada vastavalt nägemisele. Peale selle võib okulaare nihutada külgsuunas ja reguleerida nende vahekaugus võrdseks vaatleja silmade vahekaugusele; sel juhul on vaatlemisel efekt kõige suurem.

Ent leidub ka selliseid lääts-stereoskoope, mille okulaarid ei ole külgsuunas nihutatavad. Piltide kleepimist nende stereoskoopide jaoks peab toimetama kooskõlas okulaaride telgede vahekaugusega. Prisma-stereoskoopide okulaarid ei ole tavaliselt nihutatavad.

Kõige levinum prisma-stereoskoop koosneb karbist, millesse on tehtud väljalõige nina jaoks ja mille eesmisse seina on paigutatud prisma-okulaarid. Karbi külge on kinnitatud liist, mida mööda saab nihutada stereofotode raami. Raam on nihutatav selleks, et seada fotosid fookusesse, ja on varustatud vedrukesega, mille abil ta kinnitatakse liistu külge.

Kuna meksiko-stereoskoobi läätsed on liikumatud, siis on piltide kartongile kleepimiseks tarvilik teada tema okulaaride vahekaugust. Selle vahekauguse mõõtmiseks kasutatakse järgmist moodust.

Fotode hoiuraami vahele pannakse valge kartong ja stereoskoop suunatakse kaugel asuvale helkivale esemele, näiteks päikesele. Raami nihutatakse koos kartongiga edasi-tagasi, kuni saadakse terav kujutis, ja märgitakse terava pliiatsiga selle asend. Seejärel mõõdetakse nende märgitud punktide vahekaugus, mis osutubki okulaaride telgede vahekauguseks.

SISUKORD.

Lk.

Esimene osa.

Fotograafilise optika elemendid.

1. Läätsed ja nende poolt tekitatavad kujutised 3
2. Objektiivi suhteline ava ja diafragmade skaala 12
3. Teravussügavus 16

Teine osa.

Negatiivmaterjalid.

4. Emulsiooni koostis 26
5. Hõbebromiid-želatiinikiht 29
6. Valgustundlikkude materjalide ilmutamine 31
7. Valgustundlikkude kihtide põhilised sensitomeetrilised karakteristikad 32
8. Ilmuti tüübi ja valgusallika mõju sensitomeetrilistele karakteristikatele 33
9. Valgustundlikkuse määramine 39
10. Tunnusjoon 43
11. Fotokihi kontrastsus 45
12. Fotograafiline ulatus 48
13. Fotograafiline looristus 52
14. Fotograafiliste negatiivmaterjalide spektraalne tundlikkus . 54
15. Valgusefiltrid 55
16. Spektraalse tundlikkuse määramine 59
17. NSV Liidus toodetavad negatiivmaterjalid 61
18. Fotofilmid 65
19. Negatiivmaterjalide säilivus 67
20. Negatiivmaterjalide vigade liigid 68

Kolmas osa.

Negatiivprotsess.

21. Latentse (varjatud) kujutise loomus 70
22. Ilmutilahuse koostis ja lahusesse kuuluvate ainete kirjeldus 76
23. Ilmutilahustesse kuuluvate ainete keemiline toime . . . 81

24. Ilmutusprotsessi füüsikalis-keemiline olemus 84
25. Ilmutilahuste põhiomadusi 87
26. Fotolaboratoorium 91
27. Ilmutilahuste valmistamise tehnika 102
28. Nähtav ilmutamine vannides 106
29. Ilmutamise lõpu määramine vaatlemise teel 107
30. Säritusaja ja ilmutamise kestuse mõju negatiivi kvaliteedile 108
31. Ilmutamine normaalse särituse, alasärituse ja ülesärituse korral 114
32. Vertikaalne ehk aeglane ilmutamine 116
33. Ilmutavate ainete lühike fotograafiline iseloomustus . . 118
34. Universaal-ilmutid 121
35. Tasandav-ilmutid 126
36. Kontrast-ilmutid 127
37. Ilmutid kõrge temperatuuri juures töötamiseks 128
38. Peenterailmutamine 129
39. Ilmutamine desensibiliseerimisega (tuimendamisega) . . . 139
40. Kinnistilahuste liigitus 140
41. Kinnistilahustesse kuuluvate ainete lühike kirjeldus . . . 142
42. Kinnistamisprotsessi olemus 143
43. Kinnistamise kestus 145
44. Kinnistilahuste retsepte 146
45. Negatiivide pesemise ja kuivatamise tehnika 151
46. Negatiivide omaduste hindamine 154
47. Negatiivide nõrgendamine 161
48. Negatiivide kõvendamine 168

Neljas osa.

Positiivprotsess.

49. Fotopaberite liigitus 174
50. Kopeerimispaberid 176
51. Positiivide saamine kopeerimispaberile 178
52. Vead ja nurjungid 181
53. Ilmutamispaberite sensitomeetrilised karakteristikad . . . 182
54. Fotograafilised ilmutamispaberid 188
55. Paberi valik vastavalt negatiivile 190
56. Paberite ilmutamine ja kinnistamine 195
57. Ilmutamispaberitega töötamisel tekkivad vead, nende põhjused ja vältimine 199
58. Fotograafiline suurendamine 201
59. Suurendamise tehnika 203
60. Positiivide viimistlemine 206
61. Toonimine 207
62. Toonimine anorgaaniliste sooladega 210
63. Toonimine orgaaniliste värvainetega 220
64. Toonimine ilmutamise teel 225

Viies osa.

Fotograafiline pildistamine.

65. Õige säritusaeg ja selle määramine 228
66. Säritustabelid 233
67. Fotograafiline kujutis ja perspektiiv 239
68. Sissejuhatus pildistamiseks 260
69. Maastik 263
70. Portree 282
71. Arhitektuur 313
72. Sport 324
73. Natüürmort 333
74. Reproduktsioon 337

Kuues osa.

Stereoskoopia.

75. Stereoskoopilise efekti füüsikalised alused 350
76. Stereoskoopilise pildistamise olemus 352
77. Stereoskoopiline pildistamine suurendatud baasiga . . . 354
78. Stereoskoopilise pildistamise iseärasusi 356
79. Stereoskoopiliste ülesvõtete positiivtöötlus 357
80. Stereoskoobid ja stereoskoopiline vaatlemine 362

Vastutav toimetaja A. Saarne.

Tehniline toimetaja A. Sepp.

Ladumisele antud 30. III 1950.
Trükkimisele antud 16. VI 1950.
Trükiarv 8000. Paber 56×79, 1/16.
Trükipoognaid 23. Formaadile 60×92 kohaldatud trükipoognaid 18,4. Arvutuspoognaid 24,23.
MB-05344.
Trükikoda „Kommunist", Tallinn, Pikk tän. 2. Tellimise nr. 1535.

На эстонском языке.
Яштольд-Говорко.
Фотография.

Hind rbl. 18.15

Trükivigu

Lk.	Rida	On trükitud	Peab olema	Kelle viga
35	2. rida ülalt	2630° K	2360° K	vast. toimet.
47	tabelis 4. lahter	1,0	1,3	"

Rbl. 18.15

A-18582

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00449413 6