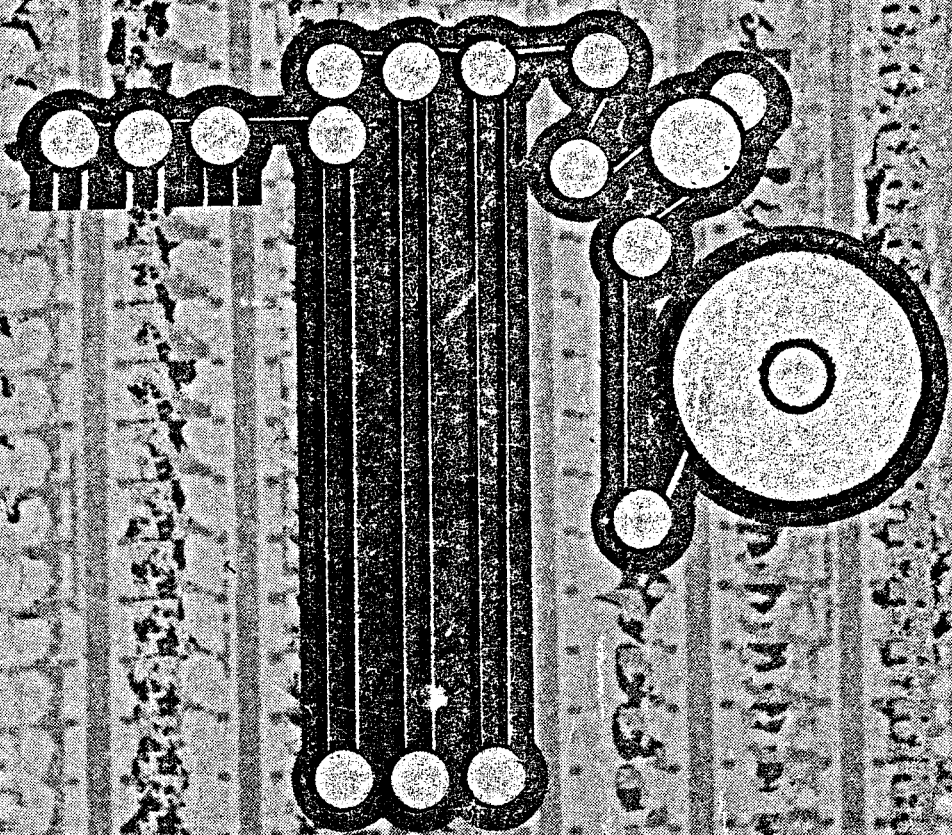




V. Munteanu

Tehnologia prelucrării peliculei

**Manual pentru licee industriale
cu profil de poligrafie, clasa a XI-a**

Capitolul I

PRELUCRAREA CHIMICO-FOTOGRAFICĂ A PELICULELOR ÎN MAȘINI DE DEVELOPAT

A. PARTICULARITĂȚILE PRELUCRĂRII INDUSTRIALE A PELICULELOR

În producția de filme, peliculele fotosensibile expuse la filmare sau impresionate în instalații de copiere sînt supuse prelucrării chimico-fotografice.

În cursul **prelucrării chimico-fotografice se realizează**, după cum se știe, *transformarea imaginii latente obținute prin expunere, într-o imagine vizibilă și stabilă în timp.*

● Prelucrarea chimico-fotografică constă dintr-o succesiune de faze (developare, fixare, spălări, uscare etc.), fiecare avînd o durată și un rol bine determinat. În acest fel, în funcție de procedeul de prelucrare utilizat, pelicula expusă trece printr-o serie de soluții speciale (developare, fixare, înălbire, stabilizare etc.), în care au loc diferite procese fizico-chimice.

După trecerea prin fiecare soluție, pelicula este supusă spălărilor intermediare, iar la sfîrșitul prelucrării se desfășoară spălarea finală și uscarea.

● Prelucrarea chimico-fotografică a peliculelor utilizate în producția de filme se realizează în regim industrial cu ajutorul unor instalații complexe, denumite **mașini de developat**.

Mașinile de developat sînt astfel concepute încît asigură transportul rapid și continuu al peliculei prin toate fazele; ele lucrează cu soluții cu mare stabilitate a activității chimice, ceea ce duce la o bună reproductibilitate în timp a rezultatelor fotografice. În același timp, aceste mașini sînt prevăzute cu instalații speciale, în mare parte automatizate, de reglare și menținere constantă a parametrilor tuturor proceselor de prelucrare (temperatura și agitarea soluțiilor, durata fiecărei faze, parametri aerului de uscare etc.).

Din aceste motive, prelucrarea industrială, mecanizată, a peliculelor se deosebește în multe privințe de metodele de prelucrare a altor tipuri de materiale fotosensibile (în tancuri, în tase, la ramă etc.).

● **Procedeele de prelucrare** se pot clasifica după mai multe criterii. Prezintă interes clasificarea în funcție de numărul etapelor prin care se obține imaginea utilă (care în majoritatea cazurilor este cea pozitivă) și anume:

- *procedee de prelucrare negativ-pozitiv* (în două etape);
- *procedee reversibile de prelucrare* (într-o singură etapă).

Procedeele de prelucrare neagativ-pozitiv — deși durează mai mult, se utilizează pe larg în cinematografia profesională deoarece asigură condiții mai bune pentru realizarea tirajului de copii pentru rețea.

Prin *procedeele reversibile* se prelucrează pelicule speciale folosite pentru filmare (se obține direct imaginea pozitivă) sau pentru copiere (se obține același tip de imagine ca și imaginea aflată pe materialul de pe care se copiază). Aceste procedee se întrebuițează mai mult în televiziune și în cinematografia pentru amatori.

În funcție de tehnologia utilizată, procedeele de prelucrare mai pot fi clasificate în două categorii:

- *procedee clasice*;
- *procedee moderne*.

Procedeele clasice, care sînt încă preponderente în laboratoarele de prelucrare, se caracterizează prin faptul că pelicula imersată este tratată cu ajutorul soluțiilor și a apei de spălare, la temperaturi de 18—21°C.

Procedeele moderne se deosebesc de cele clasice prin anumite condiții tehnologice principal diferite. Dintre acestea au căpătat o întrebuițare mai mare în practică următoarele:

— *prelucrarea la temperaturi ridicate* — la care soluțiile și apa de spălare sînt încălzite la 40—50°C, ceea ce scurtează foarte mult durata întregului proces; pentru ca gelatina să reziste la aceste temperaturi, pelicula este tanată de fabrică în mod special;

— *prelucrarea în jeturi* — unde pelicula circulă prin aer sau printr-un gaz inert, iar soluțiile și apa de spălare se trimit sub presiune la suprafața emulsiei; se obține o uniformitate foarte bună a densității imaginii și o reducere a duratei procesului;

— *prelucrarea cu pastă* — procedeu în care pelicula este tratată cu soluții foarte viscoase care se întind uniform pe suprafața emulsiei; se realizează o micșorare a duratei procesului.

B. TEHNICA DEZVELOPĂRII INDUSTRIALE

1. Acțiunea factorilor chimici asupra rezultatelor dezvoltării industriale

Dezvoltarea este cel mai important proces al prelucrării fotochimice. Ea are loc, după cum se știe, în prima parte a prelucrării și produce transformarea selectivă a cristalelor de halogenură de argint din emulsie, care au fost impresionate, în argint metalic.

La materialele alb-negru imaginea este formată din granulele de argint metalic dezvoltate, iar la cele color, alături de imaginile argintice se formează cîte o imagine constituită din coloranți galben, purpuriu și azuriu în fiecare strat de emulsie.

Procesul de dezvoltare este foarte critic și are o însemnătate deosebită deoarece determină într-o măsură hotărîtoare atît proprietățile sensitometrice (densități, sensibilitate, contrast, voal etc.), cît și pe cele structurale (capacitate de rezoluție, granulație, claritate etc.).

Dezvoltarea ca proces chimic de oxido-reducere este realizată cu ajutorul unei soluții complexe denumită *revelator*. În compoziția revelatorului intră o serie de substanțe cu roluri bine definite, care sînt grupate în următoarele categorii: *revelatoare*, *acceleratoare* (alcaline), *protectoare* (conservante), *încetînitore* (antivoal) și *auxiliare*.

Pentru dezvoltarea industrială este necesar să se cunoască bine influența asupra rezultatelor fotografice a fiecărei substanțe din revelator, deoarece de aceasta depinde viteza și stabilitatea procesului în condițiile dezvoltării în mașinile de dezvoltat.

Vom analiza în continuare principalii factori chimici care influențează cel mai puternic efectul fotografic în timpul dezvoltării industriale a peliculelor. Este vorba de:

- concentrația substanțelor din revelator;
- pH-ul și capacitatea tampon ale revelatorului;
- oxidarea substanțelor revelatoare.

● **Concentrațiile substanțelor din revelator** influențează în mod esențial calitatea fotografică a imaginii.

Influența concentrațiilor acestor substanțe depinde de tipul acestora și de rolul pe care îl au în desfășurarea proceselor chimice ale dezvoltării.

În funcție de acțiunea pe care o are fiecare substanță din revelator asupra rezultatelor fotografice (densitate, contrast, voal, balanță de culoare etc.) se stabilesc limite de toleranțe ale concentrațiilor.

De regulă, creșterea concentrațiilor substanțelor revelatoare duce la obținerea unui efect fotografic mai pronunțat, iar scăderea acestor concentrații are un rezultat invers. La dezvoltarea alb-negru, fenidonul fiind o substanță foarte activă, are toleranțe extrem de stricte ale concentrației ($\pm 0,05$ g/l), spre deosebire de metol și hidrochinonă unde toleranțele admisibile sînt mult mai largi ($\pm 0,3-0,5$ g/l). Substanțele revelatoare cromogene (T SS, CD-2, CD-3) posedă o activitate chimică mai puternică în comparație cu metolul și hidrochinona și de aceea toleranțele concentrațiilor acestora sînt mai reduse ($\pm 0,1-0,2$ g/l).

În același sens acționează și modificările de concentrații ale substanțelor acceleratoare (alcaline), care duc la schimbarea pH-ului revelatorului și deci și a vitezei de dezvoltare. Menționăm că în revelatorii cromogeni ieșirea concentrației carbonatului în afara limitelor de toleranță provoacă și modificarea balanței de culoare.

La dezvoltarea alb-negru, concentrația substanțelor protectoare — respectiv a sulfitei de sodiu — poate varia în limite largi $\pm 2-8$ g/l fără să se modifice în mod sesizabil efectul fotografic. În cazul dezvoltării color, creșterea concentrației sulfitei peste limita superioară de toleranță ($\pm 0,2-0,5$ g/l) duce la micșorarea randamentului formării coloranților (se combină cu producția de oxidare ai substanței revelatoare), iar scăderea concentrației sub limita inferioară amplifică mult oxidarea substanțelor revelatoare (rolul protector al sulfitei).

Creșterea concentrației substanței încetinitoare, care de obicei este bromura de potasiu sau de sodiu, frînează viteza dezvoltării și în special a voalului fotografic, iar la micșorarea concentrației acestei substanțe efectul este contrar. Datorită rolului deosebit de activ al ionilor de brom în procesul de dezvoltare, concentrația bromurii trebuie menținută în limite înguste de toleranță atât la alb-negru, cât și la color ($\pm 0,05-0,1$ g/l).

○ Din cele de mai sus reies următoarele concluzii tehnologice :

— concentrațiile tuturor substanțelor din revelator trebuie cunoscute în permanență și menținute în limitele admisibile ale toleranțelor;

— este necesar să se acorde o atenție deosebită menținerii concentrațiilor substanțelor care au o activitate chimică mai puternică în limite mai mici de toleranțe.

● pH-ul și capacitatea tampon a revelatorului. Toate substanțele revelatoare organice uzuale dezvoltă numai în mediu alcalin, adică la un pH al soluției mai mare de 7. Activitatea chimică a acestor substanțe revelatoare devine din ce în ce mai mare pe măsură ce

valoarea pH-ului se mărește, datorită creșterii gradului de disociere a acestora în ioni activi.

De aici rezultă că pH-ul, care depinde de raportul dintre concentrațiile ionilor H^+ și OH^- din soluție și este egal cu :

$$pH = -\lg a_{H^+}$$

unde a_{H^+} este activitatea ionilor de hidrogen, joacă un rol deosebit de important în desfășurarea procesului de dezvoltare.

Valoarea pH-ului soluției de revelator este determinată în principal de concentrația substanței acceleratoare, dar mai depinde — desigur în mai mică măsură — și de concentrațiile acelor substanțe componente care în apă formează un mediu alcalin sau acid (sulfite de sodiu, unele substanțe revelatoare etc.).

Pentru ca în timpul dezvoltării industriale a peliculei să nu se modifice activitatea chimică a revelatorului, se impune ca pH-ul soluției să rămână permanent constant, în limitele cimpului de toleranțe admisibile (în practică $\pm 0,05$).

Stabilitatea în timp a revelatorului din punct de vedere al pH-ului este caracterizată prin noțiunea de capacitate-tampon, care reprezintă acțiunea unui cuplu sau a mai multor cupluri de substanțe (de obicei o bază cu un acid) pentru a asigura menținerea constantă a pH-ului la mici adaosuri sau formări de baze sau acizi. Capacitatea-tampon este realizată în cea mai mare măsură de substanțele alcaline prezente în soluția de revelator. Astfel, carbonații și boraxul creează o capacitate-tampon superioară hidroxizilor de sodiu sau de potasiu. La carbonați cuplul este format din baza respectivă (Na_2CO_3 sau K_2CO_3) și bicarbonatul corespunzător ($NaHCO_3$ sau $KHCO_3$) ce ia naștere ca urmare a acțiunii acide a substanțelor revelatoare. Boraxul face cuplu cu acidul boric care este introdus în mod special în revelator.

Din aceste motive, reelevatorii care conțin carbonat în concentrație mare sau în care alături de borax există și acid boric au o capacitate-tampon ridicată, și deci o stabilitate mai mare.

○ Din cele arătate mai sus rezultă că pentru a asigura o bună stabilitate în timp a pH-ului revelatorilor este necesar să se mărească capacitatea-tampon a acestora prin alegerea unei rețete corespunzătoare.

● Oxidarea substanțelor revelatoare. Substanțele revelatoare se consumă nu numai prin reacțiile chimice ale dezvoltării, ci și prin oxidarea lor de către oxigenul din aer sau care există în masa soluției de revelator. Această oxidare, care este deosebit de puternică în

special la unele substanțe revelatoare cromogene (TSS și CD-3), provoacă epuizarea treptată a revelatorului datorită scăderii activității chimice a acestuia.

În condițiile dezvoltării în mașinile de dezvoltat, unde soluția de revelator se află într-o permanentă circulație pentru a se asigura gradul de agitare necesar, oxidarea este mai puternică decât la alte metode de dezvoltare, datorită antrenării aerului de către pompe în masa revelatorului.

Procesul de oxidare este favorizat de anumiți factori cum ar fi prezența în sistemul de circulație (conduite, robineti, pompe etc.) a unor metale neferoase cum ar fi staniul sau cuprul. Dacă dezvoltarea în jeturi se face în aer, oxidarea substanțelor revelatoare (chiar a metolului și hidrochinonei) are loc într-un ritm foarte rapid. În acest caz se recomandă ca dezvoltarea să se realizeze într-un gaz inert cum ar fi, de exemplu, azotul.

Efectele oxidării substanțelor revelatoare sunt diminuate dacă în compoziția revelatorului se află substanțe protectoare (conservante) și anume sulfitul de sodiu sau, la color, hidroxilamina.

○ În concluzie, pentru a reduce la minimum oxidarea substanțelor revelatoare în timpul dezvoltării industriale a peliculelor, sunt necesare unele măsuri tehnologice speciale și anume:

- utilizarea pe cât posibil în compoziția revelatorilor a substanțelor revelatoare cu o oxidabilitate mai redusă;

- întrebuințarea de pompe etanșe în circuitul revelatorului și excluderea din sistem a metalelor neferoase care favorizează oxidarea;

- la metodele clasice de prelucrare trebuie să se reducă la minimum dezvoltarea aeriană, iar dezvoltarea cu jeturi să se facă în mediu de gaz inert;

- menținerea în limitele de toleranță a concentrațiilor substanțelor protectoare din compoziția revelatorului.

2. Caracteristicile specifice ale revelatorilor utilizați pentru dezvoltarea industrială a peliculelor

În tehnologia dezvoltării peliculelor din producția de filme alb-negru și color se utilizează un mare număr de revelatori. Rețetele acestor revelatori au fost elaborate în majoritatea cazurilor de către fabricile producătoare de peliculă în urma unor ample cercetări și se recomandă laboratoarelor de prelucrare pentru a fi folosite în practică. În unele laboratoare s-au adus modificări rețetelor originale de revelator în funcție de condițiile specifice de lucru.

La elaborarea rețetei optime a revelatorului pentru un anumit tip de peliculă se urmărește obținerea unei calități fotografice ridicate și concomitent a unui consum cât mai redus de soluție în mașina de dezvoltat.

După tipul peliculei dezvoltate, revelatorii întrebuințați pentru prelucrarea industrială a peliculelor se pot împărți în următoarele grupe:

- pentru pelicule negative alb-negru;

- pentru pelicule pozitive alb-negru;

- pentru pelicule color;

- pentru pelicule reversibile alb-negru;

- pentru pelicule reversibile color.

a. Revelatori pentru pelicule negative alb-negru

Acești revelatori au o acțiune lentă datorită alcalinității reduse pe care o posedă ($\text{pH} = 8,4-8,8$). Ca urmare a acestui fapt, imaginea obținută are un contrast relativ scăzut. Ca substanțe acceleratoare se utilizează boraxul și — mai rar — carbonatul de sodiu, în concentrații reduse.

Alături de peliculele negative de imagine, în acești revelatori se mai dezvoltă și peliculele dup-pozitiv și dup-negativ folosite pentru contratiparea alb-negru.

Pentru a obține o înaltă calitate a imaginii, revelatorii negativi conțin foarte puțină bromură ($0,15-0,3 \text{ g/l}$), ceea ce duce la consumuri mari de soluție.

Pentru a economisi mijloacele de iluminare la filmare se impune uneori ca acești revelatori să realizeze din dezvoltare o creștere a sensibilității peliculei negative, adică, după cum se spune, să aibă o acțiune „egalizatoare”. Revelatorii egalizatori sunt acei revelatori care datorită unei capacități-tampon mai scăzute asigură o creștere a densităților mici ale imaginii în comparație cu ceea ce se obține în cazul unui revelator neegalizator. Acest spor de sensibilitate se realizează însă în detrimentul stabilității revelatorului în timp.

În scopul obținerii unei granulații cât mai fine a imaginii, revelatorii negativi conțin de regulă o concentrație mare de sulfit de sodiu, care dizolvă parțial cristalele de halogenură de argint și mărește astfel ponderea dezvoltării fizice.

● Dintre revelatorii pentru pelicule negative alb-negru, o largă întrebuințare a căpătat **revelatorul D-76 Kodak**, care are *compoziția și toleranțele următoare*:

— metol	2,0 ± 0,2 g;
— hidrochinonă	5,0 ± 0,5 g;
— sulfat de sodiu anhidru	100,0 ± 10 g;
— borax	2,0 g
— bromură de sodiu	0,3 ± 0,1 g;
— apă	pină la 1 000 ml.
— pH = 8,40 ± 0,05	

Are acțiune egalizatoare însemnată ceea ce duce la creșterea cu cca 30% a sensibilității față de revelatorii obișnuiți. Stabilitatea este mai redusă, iar consumul este foarte mare (dozare 90—120 ml/m) ca urmare a necesității menținerii unei concentrații scăzute a bromurii (0,3 g/l).

● Prezintă interes **revelatorul D-76 modificat**, care în loc de metol conține fenidon. Acest revelator asigură o creștere însemnată a sensibilității și consumuri reduse (concentrația bromurii este de 1,0 g/l); în schimb mărește întrucâtva granulația imaginii.

b. Revelatori pentru pelicule pozitive alb-negru

Revelatorii destinați dezvoltării peliculelor pozitive alb-negru *acționează mai energic și asigură într-un timp scurt (2—4 minute) un contrast ridicat al imaginii* ($\gamma = 2,6—3,0$).

Alcalinitatea sporită a acestor revelatori se obține prin utilizarea carbonatului de sodiu sau de potasiu în concentrații cuprinse între 15 și 40 g/l (pH = 10,0—10,4).

Întrucât cantitățile prelucrate de pelicula pozitivă alb-negru sînt foarte mari, la elaborarea rețetelor revelatorilor s-a urmărit realizarea unor *consumuri cât mai reduse de soluții*. De aceea concentrația bromurii este mai mare (0,75—2,0 g/l) ceea ce permite consumuri cu mult mai reduse (15—25 ml/m) decît la revelatorii pentru pelicule negative alb-negru.

Datorită faptului că peliculele pozitive alb-negru posedă o granulație fină, ca urmare a dimensiunii reduse a cristalelor fotosensibile din emulsie, nu este nevoie de o concentrație prea mare a sulfatului de sodiu.

● Dintre revelatorii pentru pelicule pozitive alb-negru s-a impus **revelatorul ORW-20**, care asigură o calitate bună, în condițiile unei bune stabilități și economicități.

Rețeta și toleranțele acestui revelator sînt următoarele:

— metol	2,0 ± 0,2 g;
— hidrochinonă	4,0 ± 0,4 g;
— sulfat de sodiu anhidru	25,0 ± 2 g;
— carbonat de sodiu anhidru	18,5 ± 1 g;
— bromură de sodiu	2,0 ± 0,1 g;
— apă	pină la 1 000 ml.
— pH = 10,1 ± 0,1;	

● **Revelatorul Kodak D-16** lucrează mai lent, este mai puțin economic (concentrația bromurii este de 0,9 g/l) și mai instabil. Acest revelator asigură însă o mai bună prelucrare a detaliilor imaginii.

c. Revelatori pentru pelicule color (cromogeni)

Acești revelatori au în compoziția lor o substanță revelatoare cromogenă, denumită astfel întrucît în procesul de oxido-reducere formează produși de oxidare capabili să se combine ulterior cu componentele de culoare din cele trei straturi de emulsie ale peliculei și să producă coloranți.

Rețetele revelatorilor cromogeni recomandate de fabricile producătoare de peliculă trebuie să fie respectate cu mai mare rigurozitate decît la alb-negru, deoarece în caz contrar se modifică balanța de culoare.

Revelatorii pentru pelicule color posedă o alcalinitate relativ ridicată (pH = 10,2—10,8) obținută printr-o concentrație însemnată de carbonat de sodiu sau potasiu (20—75 g/l). Deși capacitatea-tampon este mare ca urmare a concentrației carbonatului, stabilitatea revelatorilor cromogeni se menține greu datorită, în cea mai mare măsură, oxidării puternice a substanțelor revelatoare. Pentru a menține totuși concentrațiile substanțelor revelatoare în limitele admisibile, se folosesc dozări mărite (40—60 ml/m).

○ **Atenție!** *Toxicitatea majorității substanțelor revelatoare cromogene (în special a TSS) impune măsuri stricte pe linia securității muncii în timpul procesului de prelucrare.* Trebuie să se evite în timpul lucrului contactul direct cu soluția de revelator pentru a exclude îmbolnăvirile profesionale (dermite și alergii).

● Întrucît în țara noastră se prelucreează mari cantități de peliculă **ORWO (R.D.G.)**, se întrebuințează larg **revelatorul cromogen ORWO nr. 11**, atît pentru dezvoltarea peliculelor negative, cît și a celor pozitive color.

Revelatorul ORWO nr. 11 are următoarea rețetă și toleranțe:

- sulfat de dietil-parafenilen diamină (TSS) $2,75 \pm 0,05$ g;
- hidroxilamină $1,2 \pm 0,3$ g;
- sulfit de sodiu anhidru $2,0 \pm 1,0$ g;
- carbonat de potasiu $75,0 \pm 3,0$ g;
- bromură de potasiu $2,0 \pm 0,2$ g;
- apă
- pH = $10,40 \pm 0,05$ până la 1 000 ml

În compoziția acestui revelator se remarcă prezența hidroxilaminei, care are același rol protector ca și sulfitul de sodiu. Concentrația acestei substanțe nu trebuie să depășească limita superioară de toleranță deoarece posedă capacitate de dezvoltare (este substanța revelatoare alb-negru) micșorînd randamentul formării coloranților.

● În tabela 1 sînt date rețetele revelatorilor cromogeni SD-30, SD-31 și SD-49 recomandate de firma KODAK pentru dezvoltarea peliculelor Eastman: negativ color tip 7254/5254, Intermediate tip 5253 (ambele cu revelatorul SD-30), pozitiv color tip 7381/5381 (revelatorul SD-31) și noua peliculă negativă color ECN II tip 7247/5247 (revelatorul SD-49).

Tabela 1

Substanțele componente	SD-30	SD-31	SD-49
Hexametafosfat de sodiu	2,0 g	2,0 g	—
Kodak-anticalcium nr. 4	—	—	2 ml
Kodak CD-2	—	$3,0 \pm 0,25$ g	—
Kodak — CD-3	$5,0 \pm 0,25$ g	—	$4,0 \pm 0,1$ g
Sulfit de sodiu anhidru	$2,0 \pm 0,25$ g	$4,0 \pm 0,5$ g	$2,0 \pm 0,2$ g
Alcool benzilic	$3,8 \pm 0,25$ ml	—	—
Carbonat de sodiu anhidru	50,0 g	20,0 g	25,6 g
Bromură de sodiu	$0,86 \pm 0,05$ g	$1,70 \pm 0,10$ g	$1,20 \pm 0,05$ g
Bicarbonat de sodiu	—	—	2,7 g
Kodak antivoal nr. 9	—	—	$0,22 \pm 0,05$ g
pH	$10,75 \pm 0,05$	$10,65 \pm 0,05$	$10,20 \pm 0,05$
Apă — până la 1 000 ml			

În revelatorii cromogeni Kodak se utilizează ca substanțe revelatoare CD-2 cu denumirea științifică clorhidrat de 2-amino-5-dietilaminotoluen și CD-3 a cărei denumire științifică este sesquisulfat monohidratat de 4-amino-N-etil-N (β-metansulfonoamidoetil)-m-toluidin, ambele fiind derivați ai parafenilen-diaminei.

Un rol important îl joacă alcoolul benzilic, introdus în compoziția revelatorului S-30, care acționează ca un accelerator al reacției de dezvoltare.

La noul revelator SD-49, destinat dezvoltării la temperatură ridicată (41°C), se remarcă introducerea bicarbonatului de sodiu în scopul măririi capacității-tampon și a unei substanțe suplimentare antivoal, produs special al firmei Kodak.

d. Revelatori pentru pelicule reversibile alb-negru.

În procesul de prelucrare reversibil alb-negru există, după cum se știe, două dezvoltări. În timpul dezvoltării I se transformă imaginea latentă formată la expunere într-o imagine argentică care este îndepărtată ulterior prin oxidare, iar cu ocazia dezvoltării a II-a ia naștere imaginea utilă argentică prin reducerea cristalelor de halogenură de argint impresionate în faza de iluminare.

Pentru dezvoltarea I se utilizează revelatori energici pe bază de metol-hidrochinonă care asigură o imagine cu contrast ridicat și voal scăzut. De aceea, în compoziția acestor revelatori concentrația hidrochinonei este relativ mare (9–20 g/l), iar alcalinitatea este ridicată prin întrebuițarea în acest scop a carbonaților și chiar a hidroxizilor de sodiu sau potasiu. Se cere de asemenea ca acești revelatori să formeze o imagine cu granulație cât mai fină, ceea ce se realizează prin folosirea în scopul menționat a sulfocianurii de potasiu și a sulfitului de sodiu în concentrație mărită.

Pentru dezvoltarea a II-a se întrebuițează revelatori asemănători cu cei de la dezvoltarea I, cu deosebirea că sînt ceva mai lenți (pH-ul e mai coborît), iar în privința granulației nu li se impun condiții speciale (nu conțin sulfocianură).

● Iată rețetele revelatorilor pentru dezvoltarea I recomandate de firmele ORWO și Kodak:

	ORWO	Kodak
— hexametafosfat	2,0 g	—
— metol	2,0 g	0,6 g
— hidrochinonă	14,0 g	20,0 g
— sulfit de sodiu anhidru	25,0 g	50,0 g
— carbonat de potasiu	40,0 g	—
— hidroxid de potasiu	2,0 g	20,0 g
— bromură de potasiu	2,0 g	8,0 g
— sulfocianură de potasiu	2,5 g	6,0 g
— sulfat de sodiu	10,0 g	—
— apă	pînă la 1 000 ml.	—

● **Rețetele revelatorilor celor două firme pentru dezvoltarea a II-a a peliculelor reversibile alb-negru** sînt următoarele :

	ORWO	Kodak
— metol	5,0 g	1,0 g
— hidrochinonă	6,0 g	20,0 g
— sulfat de sodiu anhidru	40,0 g	50,0 g
— carbonat de potasiu	40,0 g	—
— hidroxid de potasiu	—	15,0 g
— bromură de potasiu	2,0 g	5,0 g
— iodură de potasiu	—	0,25 g

e. Revelatori pentru peliculele reversibile color

Ca și la alb-negru, în procesul de prelucrare a peliculelor reversibile color există două dezvoltări, numai că aici prima dezvoltare este alb-negru, iar a doua color. După cum este îndeobște cunoscut, *în prima dezvoltare imaginile latente din cele trei straturi de emulsie ale peliculei sînt transformate în trei imagini vizibile, argentice. În dezvoltarea a II-a, care se realizează cu ajutorul unui revelator cromogen, cristalele fotosensibile impresionate la iluminare sînt reduse în argint metalic alături de care iau naștere și coloranți.*

● **Revelatorii utilizați pentru dezvoltarea I (alb-negru) de către firmele Kodak și Agfa-Gevaert** pentru procesele Ektachrome și respectiv Gevachrome sînt de tip pozitiv pe bază de fenidon-hidrochinonă. Alcalinitatea lor relativ ridicată ($\text{pH} = 9,9 \div -10,2$) este obținută prin folosirea în rețetă a carbonatului de sodiu în concentrație medie (25—28 g/l). O condiție esențială impusă acestor revelatori este, ca și la procesul reversibil alb-negru, de a forma granule de argint cu dimensiuni reduse, adică *de a asigura o granulație cât mai fină a imaginii dezvoltate.*

În acest scop, în compoziția lor se află sulfocianură de potasiu, iar sulfatul de sodiu este în concentrație relativ mare (37—50 g/l).

● O compoziție aparte are **revelatorul recomandat de firma ORWO** pentru peliculele sale reversibile color în care pentru micșorarea granulației se folosește ca substanță revelatoare amidolul ce lucrează la un pH coborît (7,2—7,4) obținut numai cu sulfat de sodiu (fără substanță acceleratoare).

În tabela 2 sînt redată rețetele revelatorilor alb-negru recomandați de către firmele Kodak, Agfa-Gevaert și ORWO pentru dezvoltarea I.

Tabela 2

Substanțele componente	Ektachrome	Gevachrome	ORWO
Hexametafosfat de sodiu	2,0 g	2,0 g	2,0 g
Fenidon	0,3 g	0,5 g	—
Hidrochinonă	5,5 g	6,0 g	—
Amidol	—	—	5,0 g
Sulfat de sodiu anhidru	37,0 g	50,0 g	50,0 g
Bisulfat de sodiu	8,0 g	—	—
Carbonat de sodiu anhidru	28,2 g	25,0 g	—
Bromură de potasiu	1,5 g	2,3 g	2,0 g
Iodură de potasiu	13 ml	6,0 mg	—
	sol. 0,1 %		
Aditiv G P-112-AD	—	5 ml	—
pH	9,9	10,2	7,3

Apă — pînă la 1 000 ml

● **Compoziția revelatorilor cromogeni utilizați de diferite firme pentru dezvoltarea a II-a** este destul de diversă. Alături de substanțele de bază sînt prezente multe substanțe auxiliare cu roluri diferite.

După cum se poate observa din tabela 3, aceștia sînt revelatori energici, cu alcalinitate ridicată ($\text{pH} = 10,7 - 11,6$), care realizează dezvoltarea fie cu TSS, fie cu CD-3.

Pentru asigurarea stabilității, unii dintre revelatori conțin anumite substanțe ce măresc capacitatea-tampon (bicarbonat de sodiu, fosfat trisodic).

În vederea sporirii aderenței revelatorului la suprafața emulsiei se utilizează diferite adaosuri, cum ar fi etilendiamina și substanța specială Agfa-Gevaert GP-112 AD.

Remarcăm de asemenea că atît în revelatorii alb-negru (dezvoltarea I), cît și în cei cromogeni (dezvoltarea a II-a) recomandați de firmele Kodak și Agfa-Gevaert este prezentă o cantitate redusă de iodură de potasiu care facilitează echilibrul concentrației ionilor de iod în soluție. În emulsiile acestor pelicule există și cristale de iodură de argint (AgI) care prin dezvoltare pun în libertate ioni de iod (I^-) ce au o acțiune de încetinire mai puternică a reacției dezvoltării decît ionii de brom (Br^-).

Tabela 3

Substanțele componente	Ektachrome	Gevachrome	ORWO
Hexametafosfat de sodiu	5,0 g	2,0 g	3,0 g
TSS	—	3,6 g	6,9 g
CD-3	11,0 g	—	—
Sulfit de sodiu anhidru	7,5 g	4,0 g	2,0 g
Hidroxilamină	—	—	1,2 g
Alcool benzoic	4,5 g	—	—
Carbonat de sodiu anhidru	—	25,0 g	—
Carbonat de potasiu	—	—	75,0 g
Hidroxid de sodiu	3,25 g	—	—
Bicarbonat de sodiu	—	0,3 g	—
Acid citrazinic	1,5 g	—	—
Etilendiamină	3,0 g	—	—
Bromură de potasiu	1,0 g	0,75 g	2,0 g
Iodură de potasiu	90,0 ml	4,0 ml	—
Agent de inversiune Kodak RA 1	sol 0,1 %	—	—
Aditiv GP-52 AD	0,07 g	—	—
Fosfat trisodic	—	2,5 ml	—
pH	36,0 g	—	—
	11,65	10,70	10,90

Apă — pînă la 1 000 ml

3. Acțiunea factorilor fizici asupra rezultatelor dezvoltării industriale

După cum se știe, cinetica procesului de dezvoltare este influențată nu numai de factorii chimici, ci și de o serie de factori fizici.

În condițiile prelucrării mecanizate a peliculelor cu ajutorul mașinilor de dezvoltat, este necesară cunoașterea amănunțită a acțiunii factorilor fizici asupra dezvoltării.

Factorii fizici care au rolul cel mai important în dezvoltarea industrială sînt următorii:

- temperatura revelatorului;
- timpul de dezvoltare;
- agitarea soluției de revelator;
- starea fizică a revelatorului.

● **Temperatura revelatorului.** Modificarea temperaturii revelatorului provoacă schimbarea vitezei de dezvoltare și deci a efectului fotografic. Pentru un revelator dat și o anumită peliculă, această depen-

dență se poate exprima fie prin coeficientul de temperatură, fie printr-o diagramă ca aceea din figura 1. Cu ajutorul diagramelor de acest fel se poate determina modul în care schimbările de temperatură ale revelatorului modifică efectul fotografic, exprimat aici prin factorul de contrast γ .

În mașina de dezvoltat temperatura revelatorului trebuie menținută în limite riguroase constante cu ajutorul unor instalații automate de termostatare.

Toleranțele admisibile ale variației temperaturii ($\pm \Delta T$) ce trebuie asigurate de instalația de termostatare se determină practic în funcție de toleranțele permise ale efectului fotografic ($\Delta \gamma$ sau ΔD).

În tabela 4 sînt redată toleranțele admisibile ale temperaturii revelatorului pentru cîteva pelicule cinematografice și procese de dezvoltare.

Tabela 4

Denumirea revelatorului	Tipul peliculei cinematografice	$\Delta \delta$	ΔT
D-76 Kodak	Plus X-Kodak (negativă alb-negru)	$\pm 0,03$	$\pm 0,2^\circ\text{C}$
Nr. 20 ORWO	PF-2 ORWO (pozitivă alb-negru)	$\pm 0,10$	$\pm 0,5^\circ\text{C}$
SD-30 Kodak	Tip 5254-Kodak (negativă color)	$\pm 0,03$	$\pm 0,1^\circ\text{C}$
Nr. 11 ORWO	PC-7 ORWO (pozitivă color)	$\pm 0,08$	$\pm 0,2^\circ\text{C}$

● **Timpul de dezvoltare.** Rezultatele fotografice (γ , D) depind foarte mult de timpul de dezvoltare, adică de durata de timp în care pelicula se află în soluția de revelator. Ca și în cazul temperaturii, mărirea timpului de dezvoltare duce la creșterea efectului fotografic.

În practica prelucrării mecanizate a peliculelor alb-negru, timpul de dezvoltare se modifică pentru a obține contrastul optim al imaginii.

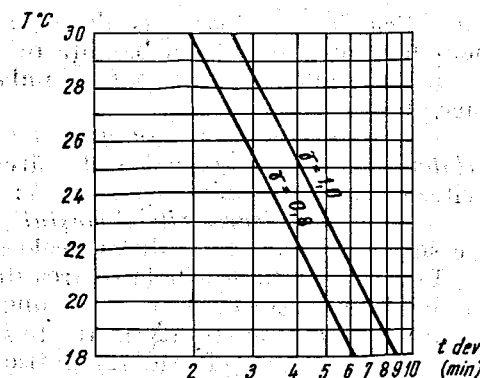


Fig. 1. Dependenta efectului fotografic de temperatura soluției de revelator și de timpul de dezvoltare.

La peliculele color timpul de dezvoltare se menține de obicei constant pentru a nu dezechilibra balanța de culoare.

La mașinile de dezvoltat schimbarea timpului de dezvoltare se face în două moduri:

— prin scurtarea sau lungirea buclelor peliculei din cuvele cu revelator, ceea ce micșorează sau mărește drumul parcurs de peliculă (viteza mașinii rămâne constantă);

— prin modificarea vitezei mașinii, deci și a timpului de dezvoltare (se schimbă totodată și durata celorlalte procese).

Pentru a evita erorile la fixarea duratei de dezvoltare la mașinile de dezvoltat, este necesar să se cunoască toleranțele admisibile ale timpului de dezvoltare (Δt). Aceste toleranțe sînt dictate de limitele în care poate varia efectul fotografic ($\Delta \gamma$, ΔD) și depind de durata totală a dezvoltării, de compoziția revelatorului și de tipul peliculei.

Calculul toleranțelor timpului de dezvoltare (Δt) se face cu ajutorul curbei $\gamma = f(t)$ a peliculei respective.

În tabela 5 se redau valorile aproximative ale Δt pentru cîteva procese de dezvoltare.

Tabela 5

Tipul peliculei	Tipul revelatorului	Durata dezvoltării	$\Delta \gamma$	Δt
Negativă alb-negru	D-76-KODAK	6—9 min	$\pm 0,03$	± 8 s
Pozitivă alb-negru	Nr. 20 ORWO	3—5 min	$\pm 0,10$	± 5 s
Pozitivă color	Nr. 11 ORWO	9—11 min	$\pm 0,08$	± 10 s
Negativă color	SD-30 Kodak	13—15 min	$\pm 0,03$	$\pm 1,8$ s

● **Agitarea soluției de revelator.** Cinetica procesului de dezvoltare depinde în mare măsură de viteza cu care se face difuzia substanțelor (mai precis a ionilor) din soluția de revelator spre interiorul emulsiei peliculei și a produșilor reacțiilor dezvoltării din emulsie spre exterior.

În afara difuziei în direcția revelator — emulsie — revelator, are loc și o difuzie internă, în interiorul emulsiei, care provoacă o interacțiune între zone învecinate ale imaginii care au primit expuneri diferite, precum și între straturile peliculelor color.

Viteza de difuzie a substanțelor depinde de temperatura soluției și de distanța pe care o au de parcurs.

Schimbul de substanțe dintre emulsie și exterior este îngreuiat de un strat aderent de revelator care se află la suprafața emulsiei peliculei și care are o compoziție chimică diferită față de restul revelatorului. El este mai sărac în substanțele active ale revelatorului și mai bogat în produși dezvoltării.

Dacă procesul de difuzie este încetinit sau accelerat de acest strat aderent, sau din alte cauze, apar unele defecte de dezvoltare care se manifestă prin neuniformități de densitate în zone care au primit aceeași expunere.

Principalele defecte de dezvoltare sînt următoarele:

- efectul de dirijare;
- zonajele;
- efectele marginale (de adiacență).

Efectul de dirijare (al dezvoltării dirijate) se manifestă — așa cum reiese din figura 2 — prin zone subdezvoltate (cu densitate mai redusă) în spatele unor detalii ale imaginii care au primit o expunere foarte mare. Datorită transportării peliculei, produșii dezvoltării (ionii de brom, substanțe oxidate etc.) rezultați în zona cu expunere mare și deci cu dezvoltare intensă se deplasează în jos prin stratul aderent și frinează difuzia și dezvoltarea în zona învecinată.

Zonajele (vezi fig. 3) sînt niște neuniformități de densitate în direcție verticală, vizibile numai pe ecran, care au ușoare deplasări pe laterală. Se datoresc faptului că revelatorul aderă mai ușor

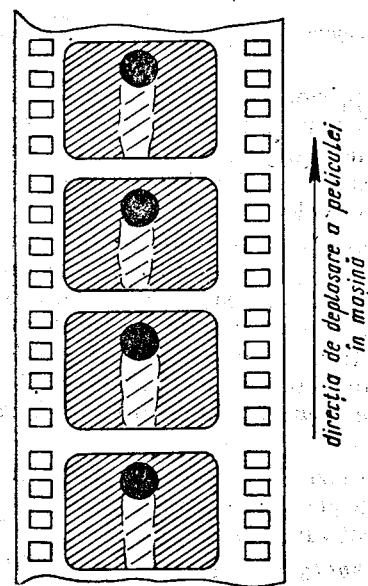


Fig. 2. Efectul dezvoltării dirijate.

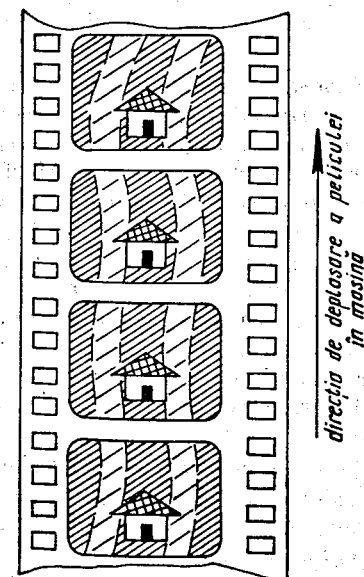


Fig. 3. Zonaje de dezvoltare.

și se scurge în jos cu preponderență pe anumite porțiuni ale suprafeței emulsiei, pe care le supradevelopează. Aceste defecte, care se observă mai bine pe densitățile mai reduse ce ocupă suprafețe mari în imagine (de exemplu pe cer), sînt cu atît mai puternice cu cît dezvoltarea aeriană e mai lungă.

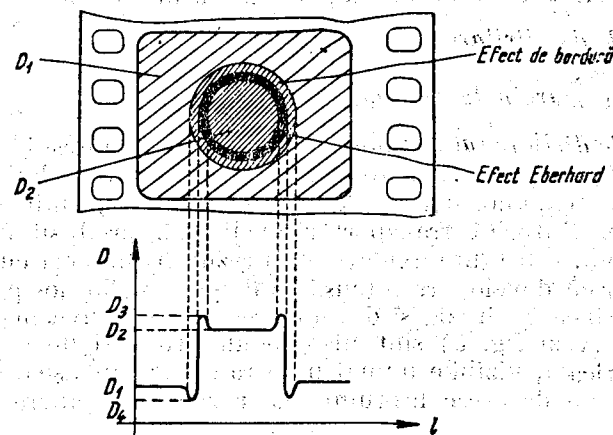


Fig. 4. Efecte marginale.

Efectele de adiacență, din care sînt prezentate în figura 4 efectul de bordură, efectul Eberhard, reprezintă neuniformități de densitate ce se formează la limita de separație a unor zone cu expunere diferită, datorate unor anomalii în desfășurarea difuziei substanțelor ce se produc în interiorul emulsiei în timpul dezvoltării.

Pentru a lichida sau a diminua defectele de mai sus, este necesară intensificarea procesului de difuzie, ceea ce se realizează prin reducerea grosimii stratului aderent de revelator de la suprafața emulsiei. Prin agitarea puternică a revelatorului se poate obține anularea efectului de dirijare și diminuarea substanțială a zonajelor și a efectelor marginale. La dezvoltarea industrială, agitarea soluției de revelator, se realizează în două variante: agitarea generală și agitarea locală.

Agitarea generală a revelatorului prin circulare continuă cu ajutorul pompelor sau cu agitatoare elicoidale. În acest caz grosimea stratului aderent se reduce în mod uniform pe toată lungimea peliculei (fig. 5).

Agitarea locală a revelatorului prin spargerea periodică a stratului aderent cu ajutorul jeturilor. Soluția de revelator este trimisă prin jeturi sub presiune din loc în loc pe suprafața emulsiei (fig. 6).

Condiții deosebit de riguroase se impun pentru agitarea cu jeturi la dezvoltarea peliculelor color și în special la noua peliculă negativă color Kodak E C N II (tip 7247/5247). În acest ultim caz se cere,

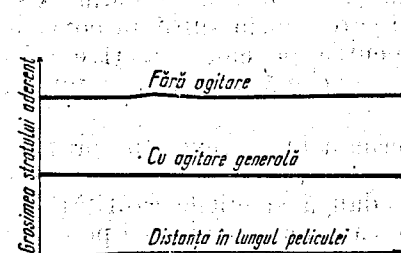


Fig. 5. Schema micșorării stratului aderent prin agitare generală.

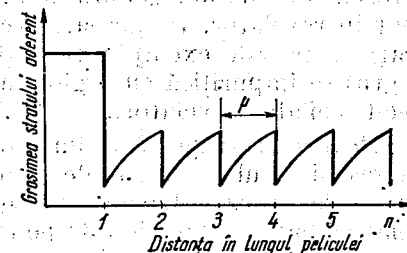


Fig. 6. Schema modificării grosimii stratului aderent prin spargerea lui cu jeturi de revelator.

printre altele, o frecvență a jeturilor la 1—1,5 s, diametrul orificiilor 0,8 mm, presiunea jeturilor 1—1,4 kg/cm², și debitul total al pompei 200—400 l/min.

Viteza de circulație a revelatorului se exprimă de obicei prin numărul de cicluri pe oră (C) care se poate calcula cu ajutorul formulei:

$$C_{\text{cicl/h}} = \frac{Q[\text{m}^3/\text{h}]}{V_{\text{m}}} \cdot 1000 = \frac{Q[\text{l/min}]}{V_{\text{m}}} \cdot 60,$$

unde Q este debitul pompei exprimat în m³/h sau l/min, iar V — volumul total de revelator exprimat în litri.

● **Starea fizică a revelatorului.** În timpul procesului de dezvoltare, soluția de revelator se impurifică treptat datorită următoarelor cauze principale:

- formarea de compuși organici insolubili;
- acumularea de argint metalic;
- impurificarea revelatorului de către peliculă.

Compușii organici insolubili se formează prin polimerizarea produsilor de oxidare ai substanțelor revelatoare (ca de exemplu chinona) rezultați în urma reacției dezvoltării sau a oxidării. Acești compuși organici formează un precipitat în suspensie, de culoare brun-roșcată, ce se acumulează cu timpul în special în revelatorii cu conținut redus de sulfat de sodiu, cum ar fi revelatorii cromogeni.

Argintul metalic rezultă din reducerea ionilor de argint (Ag^+) existenți în soluție de către substanțele revelatoare. Ionii de argint provin din dizolvarea parțială, într-o proporție redusă, a cristalelor fotosensibile de halogenură de argint de către sulfitul de sodiu existent în revelator. De aceea, revelatorii care conțin sulfit în concentrație mare (de exemplu revelatorii pentru pelicule negative alb-negru) se impurifică cu argint metalic într-o măsură mai însemnată decât ceilalți revelatori.

Pelicula transportă și introduce permanent în revelator praf de suport și emulsie, rămas de la operațiile de tăiere și perforare executate la fabrică. La aceasta se mai adaugă și micile cantități de gelatină care se desprind de pe emulsie ca urmare a frecării peliculei pe rolele transportoare ale mașinii de dezvoltat. Particulele de gelatină fiind ușoare rămân în suspensie și formează prin înglobarea altor impurități așa-numita „mizgă”, care aderă cu ușurință pe suprafețele peliculei, în special pe emulsie.

Impuritățile care se acumulează se depun pe pereții conductelor, ceea ce reduce circulația soluției și deci gradul de agitare a revelatorului. În plus, unele substanțe pot colora sau murdări emulsia peliculei.

Pentru ca procesul de dezvoltare industrială să se desfășoare în bune condiții, este necesar ca soluția de revelator să fie curățită prin îndepărtarea impurităților.

Curățirea revelatorului, precum și a altor soluții, se efectuează de obicei prin operația de *filtrare*. În acest scop, soluțiile sînt trecute sub presiune prin diferite medii filtrante, care trebuie să fie rezistente din punct de vedere chimic.

Uneori curățirea se realizează prin *centrifugarea soluțiilor*, care este o metodă foarte eficientă.

4. Realizarea tehnologică a sistemului de dezvoltare

Prin sistem de dezvoltare al unei mașini de dezvoltat se înțelege *totalitatea instalațiilor care asigură desfășurarea normală a procesului de dezvoltare a peliculei*.

Sistemul de dezvoltare se compune în cele mai multe cazuri din *cuvele cu soluții, instalația de circulație*, care asigură agitarea, termostatarea și filtrarea și din *instalația de dozare*.

● Așa cum reiese din figura 7, *instalația de circulație* constă din pompa 2 care absoarbe soluția de revelator din cuva 1 pe care o trimite în termostatul 3. Aici are loc reglarea automată a temperaturii reve-

latorului, care trebuie menținută în limitele toleranțelor admisibile. Apoi revelatorul trece prin filtrul 4, unde este curățit de impurități, și prin rotametrul 5, care indică viteza de circulație a soluției. Curățirea periodică a filtrului se face în momentul cînd rotametrul arată scăderea vitezei de circulație a revelatorului sub o anumită limită. Pentru aceasta se manevrează astfel robinețele încît soluția este trecută prin derivația 7 fără să se oprească circulația revelatorului.

În final, soluția de revelator este trimisă sub presiune cu ajutorul greblelor 6, printr-un sistem de jeturi, direct pe suprafața emulsiei peliculei.

● *Instalația de dozare* asigură alimentarea cuvei de revelator cu soluție proaspătă din bazinul de presiune, prin dozatorul reglabil 8.

În cazuri mai rare se utilizează instalații separate de agitare, termostatare și filtrare care asigură condiții tehnologice mai bune dar măresc prețul mașinii de dezvoltat și ridică cheltuielile de întreținere.

Dacă într-un laborator există mai multe mașini de dezvoltat care prelucurează același tip de peliculă (de exemplu peliculă pozitivă color), se poate utiliza un sistem unificat de dezvoltare. Soluțiile de revelator se unifică într-un circuit comun, reducîndu-se astfel numărul conductelor și instalațiilor (pompe, filtre, termostate etc.). Stabilitatea fotografică este mai bună, iar controlul chimic și sensitometric este mai ușor de realizat.

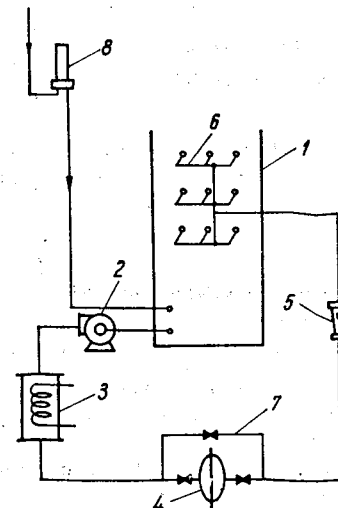


Fig. 7. Schema sistemului de dezvoltare.

Rezumat

1. Acțiunea factorilor chimici asupra rezultatelor dezvoltării industriale

- | | |
|--|--|
| a) Concentrațiile substanțelor din revelator | $\left\{ \begin{array}{l} - \text{creșterea concentrațiilor substanțelor revelatoare și alcaline accelerează procesul de dezvoltare;} \\ - \text{creșterea concentrației bromurii încetinește dezvoltarea și formarea voalului fotografic.} \end{array} \right.$ |
| | |

Concluzie: Concentrațiile substanțelor din revelator trebuie să se mențină constante în limitele toleranțelor admisibile.

- b) pH-ul și capacitatea-tampon ale revelatorului
- creșterea pH-ului revelatorului mărește viteza dezvoltării;
 - capacitatea-tampon exprimă gradul de stabilitate al revelatorului din punct de vedere al pH-ului.

Concluzii: ● pH-ul trebuie să fie constant;
● creșterea stabilității revelatorului se face prin mărirea capacității-tampon.

- c) Oxidarea substanțelor revelatoare
- Substanțele revelatoare se oxidează sub acțiunea oxigenului din aer și de aceea revelatorul se epuizează.

— Concluzie: Se vor lua măsuri tehnologice pentru diminuarea oxidării.

2. Revelatorii utilizați pentru dezvoltarea industrială a peliculelor

- a) pentru pelicule negative alb-negru
- au acțiune lentă, pH coborât;
 - bromură în concentrație redusă, deci consum ridicat;
 - măresc sensibilitatea peliculei;
 - asigură granulație fină;

- b) pentru pelicule pozitive alb-negru
- acționează energic, pH ridicat;
 - concentrația bromurii e mai mare, deci consum redus;

- c) pentru pelicule color
- conțin substanțe revelatoare cromogene;
 - pH — ridicat;
 - oxidare puternică a substanței revelatoare;
 - acțiune toxică asupra pielii;

- d) pentru pelicule reversibile alb-negru
- pentru dezvoltarea I
 - acționează energic, pH ridicat;
 - hidrochinona în concentrație mare; pentru creșterea contrastului;
 - asigură granulație fină
 - pentru dezvoltarea a II-a
 - mai lenti decât la dezvoltarea I;
 - nu se impun condiții în privința granulației;

- e) pentru pelicule reversibile color
- pentru dezvoltarea I (alb-negru)
 - alcalinitate relativ ridicată;
 - asigură granulație fină;
 - pentru dezvoltarea a II-a (cromogenă)
 - alcalinitate mai mare ca la dezvoltarea I;
 - capacitate-tampon mare pentru asigurarea stabilității.

3. Acțiunea factorilor fizici asupra rezultatelor dezvoltării industriale

- a) temperatura revelatorului
- creșterea temperaturii revelatorului mărește viteza dezvoltării și deci efectul fotografic;
 - temperatura revelatorului se menține constantă;

- b) timpul de dezvoltare
- mărirea timpului de dezvoltare duce la creșterea efectului fotografic;

- c) agitarea revelatorului
- lipsa de agitare provoacă defecte de dezvoltare (efectul de dirijare, zonajele, efectele marginale);
 - agitarea poate fi generală sau locală;

- d) starea fizică a revelatorului
- revelatorul trebuie să fie curat;
 - curățirea se face prin filtrare sau centrifugare.

4. Realizarea tehnologică a sistemului de dezvoltare

- Sistemul de dezvoltare constă din:
- instalație de circulație (care asigură agitarea, termostatarea și filtrarea);
 - instalația de dozare.

Verificarea cunoștințelor

1. Ce substanțe din compoziția revelatorului influențează cel mai puternic efectul fotografic și în ce mod acționează?
2. Ce legătură există între pH și capacitatea-tampon a revelatorului?
3. Ce măsuri se iau pentru diminuarea oxidării substanțelor revelatoare?

4. Ce deosebiri există între revelatorii pentru pelicule negative și pozitive alb-negru?
5. Care este revelatorul cel mai cunoscut pentru dezvoltarea peliculelor negative alb-negru și prin ce se caracterizează?
6. Care sînt criteriile ce stau la baza stabilirii toleranțelor admisibile pentru temperatura revelatorului (ΔT) și pentru timpul de dezvoltare (Δt)?
7. În ce scop se face agitarea soluției de revelator?
8. Care sînt cele trei cauze principale care duc la impurificarea revelatorului?
9. Ce se înțelege prin sistem de dezvoltare?
10. Care sînt operațiile realizate de instalația de circulație a revelatorului?

C. TEHNICA PROCESULUI DE FIXARE INDUSTRIALĂ

1. Acțiunea factorilor chimici și fizici asupra desfășurării procesului de fixare

În timpul procesului de fixare, toate cristalele de halogenură de argint care au mai rămas în emulsie în urma dezvoltării sînt transformate în săruri complexe solubile, care părăsesc pelicula. La prelucrarea peliculelor color, fixarea care urmează procesului de înălbire are și rolul de a transforma și îndepărta sărurile insolubile rezultate în urma oxidării argintului din imagine.

Viteza și rezultatele procesului de fixare depind, ca și în cazul dezvoltării, de o serie de factori de natură chimică sau fizică. Dintre aceștia, cei mai importanți sînt următorii: concentrația substanței fixatoare, concentrațiile substanțelor ce se acumulează în procesul de fixare, aciditatea (pH-ul), temperatura, agitarea și starea fizică a soluției de fixare.

Vom analiza în continuare influența acestor factori asupra desfășurării procesului de fixare în condiții industriale și vom defini concluziile tehnologice necesare pentru obținerea unor rezultate optime atît calitative, cît și economice.

● **Concentrația substanței fixatoare**, care în marea majoritate a cazurilor este tiosulfatul de sodiu și mai rar tiosulfatul de amoniu, are influență primordială asupra calității fixării.

În urma reacției chimice dintre tiosulfatul de sodiu și halogenurile de argint din emulsie, se pot forma o serie de săruri complexe tiosulfatice de argint, cu solubilitate diferită.

La concentrații relativ scăzute ale tiosulfatului de sodiu (100—150 g/l) iau naștere săruri complexe cu solubilitate redusă de tipul $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)]$ ce se îndepărtează foarte greu din emulsie. Dacă durata

fixării este scurtă (egală sau ceva mai mare decît timpul de clarificare), o parte a sărurilor complexe cu solubilitate scăzută rămîn în emulsie chiar dacă spălarea finală este intensă și lungă. Ulterior aceste săruri se descompun cu formare de sulfură de argint și alterează imaginea peliculelor provocînd scoaterea din uz a filmelor. Dacă durata fixării este mare (de cel puțin două ori mai mare decît timpul de clarificare), sarea complexă, greu solubilă în apă, se combină cu tiosulfatul de sodiu și formează o altă sare complexă tiosulfurică cu solubilitate mare de tipul $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$ care părăsește imediat emulsia. Fixarea în acest caz este de bună calitate.

Există posibilitatea ca fixarea să înceapă în soluții uzate de fixare (cu concentrație redusă de tiosulfat) și să se termine într-o soluție concentrată (cu concentrație mare de tiosulfat). Se poate realiza astfel o fixare bună, deoarece sărurile complexe greu solubile formate la început se transformă cu ușurință în săruri complexe solubile la sfîrșitul fixării.

La concentrații mari de tiosulfat de sodiu (peste 200 g/l) se formează direct săruri complexe tiosulfurice cu o bună solubilitate în apă, calitatea fixării fiind excelentă. Nici în acest caz durata fixării nu trebuie să fie prea scurtă (egală cu timpul de clarificare) deoarece sărurile complexe formate, deși sînt solubile, nu au timpul să părăsească în întregime emulsia peliculei. Ele se pot transforma în săruri complexe insolubile imediat ce pelicula trece în apa de spălare, unde concentrația tiosulfatului este extrem de scăzută.

○ În urma celor de mai sus se pot trage următoarele concluzii tehnologice:

— soluțiile de fixare din mașinile de dezvoltat trebuie să aibă o mare concentrație a tiosulfatului de sodiu (minimum 200 g/l) în special în ultima cuvă înainte de spălare;

— durata utilă a procesului de fixare trebuie să fie în toate cazurile de cel puțin două ori mai mare decît durata clarificării.

● **Concentrațiile substanțelor ce se acumulează** tind să crească permanent pe măsură ce crește cantitatea de peliculă fixată. Aceste substanțe, după cum se știe, sînt halogenurile de sodiu și sărurile complexe tiosulfurice de argint, ele avînd o importantă acțiune de frînare a reacției fixării.

Pentru a evita epuizarea soluțiilor de fixare și a menține constantă activitatea chimică a acestor soluții, în mașinile de dezvoltat se introduce permanent prin dozatori soluție proaspătă de compensare care, pe lîngă completarea pierderilor de tiosulfat de sodiu și de alte substanțe ce se consumă, menține la un nivel acceptabil concen-

trațiile halogenurilor de sodiu (în special NaBr) și ale sărurilor complexe tiosulfurice de argint.

Ținând seama de faptul că argintul este un metal prețios, care ulterior se recuperează, tehnologia fixării peliculelor în regim industrial trebuie să limiteze pierderile de argint. Pentru aceasta se recomandă ca în ultima cuvă de fixare concentrația argintului să fie cât mai mică astfel încît pelicula să antreneze cît mai puțin argint în apa de spălare. Limitarea acestor pierderi se poate face de asemenea și prin montarea la ieșirea din ultima cuvă de fixare a unor dispozitive speciale (ca de exemplu suflătorii de picături) care îndepărtează surplusul de soluție de pe suprafețele peliculei, reducînd atît pierderile de argint cît și de celelalte substanțe din fixaj (în special de tiosulfat).

○ Prin urmare, pentru fixarea industrială a peliculelor se impune:

- asigurarea prin introducerea soluției de compensare a unor concentrații convenabile ale halogenurilor de sodiu și ale sărurilor complexe de argint, care să permită o viteză suficientă a fixării;
- adoptarea unei tehnologii care să asigure în ultima cuvă de fixare o concentrație cît mai redusă de argint;
- montarea la ieșirea din ultima cuvă de fixare a unor dispozitive care să micșoreze cantitatea de soluție antrenată de peliculă și să reducă astfel pierderile de argint și tiosulfat.

● **Aciditatea soluției de fixare.** Aproape toate soluțiile de fixare întrebuințate la prelucrarea peliculelor fotosensibile sînt acide. Această aciditate trebuie să se situeze între limitele admisibile de toleranță ale pH-ului prevăzute în fiecare rețetă.

Dacă pH-ul soluției de fixare, ce urmează după procesul de dezvoltare, devine alcalin ($\text{pH} > 7$), există pericolul creșterii voalului fotografic ca urmare a continuării dezvoltării de către resturile de revelator rămase în stratul de emulsie.

Dacă pH-ul soluției de fixare scade foarte mult ($\text{pH} < 3,5$), are loc reacția de sulfurizare, adică descompunerea tiosulfatului de sodiu în sulfat și sulf coloidal, care este un efect contraindicat.

La fixarea peliculelor color se impune ca pH-ul să fie menținut în limite mult mai strînse ($\pm 0,25$), deoarece în caz contrar se produce dezechilibrarea balanței de culoare. Din aceste motive, stabilitatea pH-ului este îmbunătățită prin introducerea în rețeta soluțiilor de fixare a unor substanțe (ca de exemplu acetatul de sodiu) în scopul mării capacității-tampon.

● **Temperatura soluției de fixare** are o mare însemnătate deoarece influențează viteza procesului, însă această influență este mai redusă

decît la dezvoltare. Menținerea constantă a temperaturii soluțiilor de fixare din cuvele mașinii de dezvoltat se realizează cu ajutorul unor instalații de termostatare similare cu cele utilizate la dezvoltare, cu deosebire că toleranțele admisibile sînt mai largi ($\pm 1^\circ \text{C}$).

● **Agitarea soluției de fixare** mărește eficacitatea procesului pînă la o anumită limită. Nu se impun condiții speciale asupra gradului de agitare, întrucît agitarea redusă nu are influență negativă asupra calității imaginii.

● **Starea fizică a soluției de fixare.** În timpul prelucrării peliculelor, în soluțiile de fixare se acumulează diferite impurități datorită unor cauze diverse. Astfel, ca urmare a sulfurizării tiosulfatului se formează sulf coloidal, iar în fixajele foarte uzate precipită halogenuri de argint (îndeosebi AgBr și AgI). Ca și la revelatori, este posibilă desprinderea unor particule de gelatină de pe marginile peliculei ca urmare a funcționării incorecte a rolor mașinii de dezvoltat.

Aceste impurități și în special gelatina sub formă de „mizgă“ pot adera pe suprafețele peliculei, fără să mai poată fi îndepărtate prin spălare.

De aceea este necesar ca și soluțiile de fixare să fie supuse operației de curățire prin filtrare sau centrifugare.

2. Soluțiile de fixare utilizate în prelucrarea industrială a peliculelor

Elaborarea rețetelor soluțiilor de fixare s-a făcut în decursul timpului de către fabricile producătoare pentru fiecare tip de peliculă produsă pe piață.

Desigur, la stabilirea substanțelor componente și a concentrațiilor acestora s-a ținut seama atît de considerente calitative (să se asigure o fixare de calitate), cît și de considerente economice (costurile în exploatare să fie cît mai reduse).

a. Compoziția soluțiilor de fixare

În compoziția soluțiilor de fixare utilizate la prelucrarea peliculelor fotosensibile intră o serie de substanțe cu roluri diferite și în primul rînd *substanțele fixatoare*, care participă la reacția de bază a fixării, precum și alte *substanțe cu rol auxiliar* și anume: pentru *acidulare*, pentru *tanare*, pentru *preîntîmpinarea sulfurizării*, pentru

mărirea capacității-tampon, pentru lărgirea zonei de tanare maximă, pentru accelerarea fixării și altele.

● Ca substanță fixatoare se folosește în majoritatea cazurilor tiosulfatul de sodiu ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), iar atunci cînd este necesară o fixare mai energetică se apelează la tiosulfatul de amoniu — $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3$.

● Pentru acidulare se întrebuintează metabisulfid de potasiu ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$) sau acid acetic (CH_3COOH), pentru tanare — alaunul de potasiu ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$) sau alaunul de crom ($\text{KCr}(\text{SO}_4)_2$), pentru preîntîmpinarea sulfurizării — sulfitul de sodiu (Na_2SO_3), iar pentru mărire capacitații-tampon — acetatul de sodiu (CH_3COONa) sau bisulfitul de sodiu (NaHSO_3). În vederea lărgirii zonei de pH în care tanarea are eficiență maximă se introduce acid boric (H_3BO_3) care contribuie și la acidularea soluției de fixare. Dealtfel și celelalte substanțe care intră în componența fixajelor și care în soluție apoasă dau o reacție acidă sau bazică participă într-o măsură mai mare sau mai mică la stabilirea pH-ului.

b. Tipuri de soluții de fixare

În funcție de pH, soluțiile de fixare recomandate pentru prelucrarea industrială a peliculelor se pot împărți în două grupe: *acide* și *alcaline*.

● Majoritatea fixajelor sint acide, iar dintre acestea o categorie însemnată o constituie fixajele tanante, folosite în special la fixarea peliculelor color.

● Din grupa fixajelor alcaline fac parte în primul rînd așa-numitele soluții de fixare simple, ce conțin numai tiosulfat de sodiu ($\text{pH} \approx 9$). Tot în această grupă se include și fixajul utilizat la procesul de prelucrare a peliculei reversibile color Ektachrome — Kodak ($\text{pH} = 8,20$).

În tabela 6 sint date rețetele soluțiilor utilizate pentru fixarea principalelor tipuri de peliculă folosite în producția de filme.

3. Tehnologia recuperării argintului și a regenerării soluțiilor de fixare

O parte a argintului existent inițial în emulsia peliculei fotosensibile alb-negru sub formă de halogenură de argint rămîne în imaginea fotografică. Cealaltă parte a argintului trece în soluția de fixare prin transformarea restului cristalelor de halogenuri sub acțiunea tiosulfatului, în săruri complexe tiosulfurice de argint.

Tabela 6

Rețetele soluțiilor uzuale de fixare

Procesul de prelucrare	Soluția de fixare	Tiosulfat de sodiu	Tiosulfat de amoniu	Meta-bisulf. de potasiu	Sulf. de sodiu anhidru	Bisulf. de sodiu anhidru	Acid acetic glacial	Acetat de sodiu	Alaun de potasiu	Acid boric anhidru	Fosfat disodic anhidru	Seques-trène Na_2	Clor. de aluminiu	pH
ORWO alb-negru	fixaj	250 g	20 g	25 g	7,5 g	—	—	—	—	—	—	—	—	4,25 ± 0,25
ORWO Color	Stop — fixaj 35	200 g	—	—	—	—	25 ml	15 g	25 g	—	—	—	—	6,8 ± 0,3
Kodak color	Fixaj II 73-a	160 g	20 g	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,25 ± 0,25
Kodak color ECN II	Fixaj F. 5	240 g	—	—	15 g	—	13,4 ml	—	15 g	7,5 g	—	—	—	6,50 ± 0,2
Kodak Ektachrome	Fixaj F. 34	—	185 ml sol 58%	—	10 g	8,4 g	—	—	—	—	—	—	—	8,20 ± 0,3
Agfa-Gevaert Gevachrome	Fixaj GP-372	200 g	—	—	10 g	—	—	—	—	—	15 g	0,5 g	—	4,30 ± 0,2
Apă — pînă la 1 000 ml														

La prelucrarea peliculelor color, practic aproape întreaga cantitate de argint existentă la început în emulsie (cu excepția argintului rămas în fonograma peliculei pozitive) ajunge în soluțiile de fixare.

Conform unor date din literatură reiese că din 1 000 m de peliculă alb-negră de 35 mm rămân în fixaj circa 50 g de argint, iar din același metraj de peliculă color — circa 130 g de argint.

Argintul fiind un metal prețios, laboratoarele de prelucrare a peliculei sint obligate să-l recupereze din soluțiile de fixare într-o proporție cât mai mare. De aceea, surplusul soluției de fixare care rezultă din cuvele mașinii, ca urmare a introducerii soluției de compensare se captează și se supune operației de extragere a argintului. După extragerea argintului, soluția de fixare este regenerată prin adăugarea substanțelor deficitare și apoi este reutilizată în producție.

Este indicat să se efectueze recuperarea argintului și din apa cu care se spală pelicula în prima cuvă după fixare.

În urma vânzării argintului recuperat și a economisirii chimicelor prin regenerarea fixajelor, laboratoarele obțin importante avantaje economice.

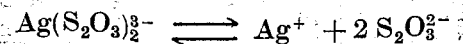
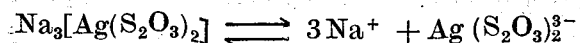
Extragerea argintului din soluțiile uzate de fixare se poate realiza prin două procedee: *pe cale chimică* sau *pe cale electrolitică*.

● **Procedeul chimic** cel mai cunoscut constă în precipitarea argintului din fixaje sub formă de sulfură de argint cu ajutorul unei soluții de sulfură de sodiu. Acest procedeu prezintă mari dezavantaje (degajare de gaze toxice, dificultăți tehnologice etc.) și din această cauză se întrebuițează foarte rar în practică.

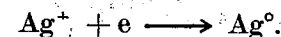
● **Procedeul electrolitic** se utilizează aproape în exclusivitate deoarece este cu mult mai simplu și asigură un argint aproape pur (97–99%).

Extragerea argintului se realizează în electrolizoare speciale, prevăzute de obicei cu anod din cărbune și catod din oțel inoxidabil. Pentru efectuarea electrolizei se folosește curent electric continuu cu tensiune scăzută (1–2 V) și intensitate relativ ridicată și reglabilă (50–300 A).

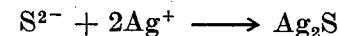
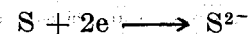
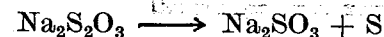
Sărurile complexe tiosulfurice disociază și pun în libertate ioni de argint:



Sub acțiunea curentului, ionii de argint merg la catod unde se neutralizează și se depun sub formă de argint metalic:



○ **Notă.** În anumite condiții, în procesul de electroliză se poate forma și sulfură de argint, care este deosebit de dăunătoare deoarece impurifică soluția și argintul depus la catod:



Formarea sulfurii de argint este favorizată în cazurile când concentrația ionilor de argint la suprafața catodului este redusă, când curentul electric are o intensitate prea mare și când fixajul nu conține sulfid de sodiu.

Pentru ca extragerea argintului să decurgă corect și pentru a se exclude posibilitatea formării sulfurii de argint este necesar ca în timpul electrolizei să se respecte următoarele trei condiții tehnologice:

— *intensitatea curentului electric utilizat nu trebuie să depășească anumite limite critice*, care depind de concentrația argintului și de gradul de agitare a soluției de fixare. În figura 8 este redată dependența densității maxime admisibile de curent (raportul dintre intensitatea curentului și suprafața catodului, exprimat în A/dm²) în funcție de gradul de agitare a soluției (numărul de rotații ale catodului) și de concentrația argintului din soluția de fixare;

— *soluția de fixare trebuie să fie puternic agitată* astfel încât să nu se producă scăderi ale concentrației ionilor de argint la suprafața catodului. Agitarea se realizează de obicei prin rotirea catodului, așa cum se poate constata din figura 9;

— *Este necesar ca soluția de fixare supusă electrolizei să fie slab*

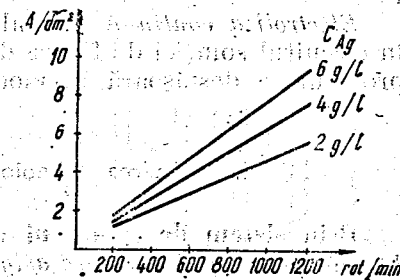


Fig. 8. Dependenta densității maxime admisibile de curent în funcție de numărul de rotații ale catodului și de concentrația argintului din fixaj.

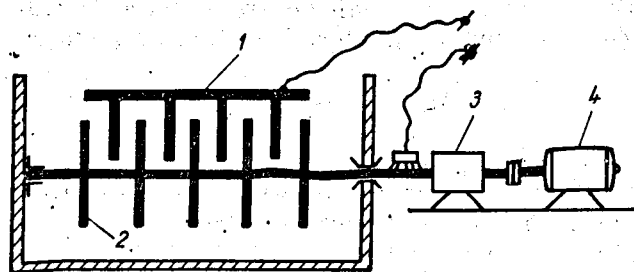
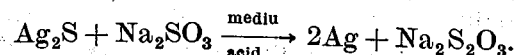


Fig. 9. Schema electrolizorului cu catod rotativ:
1 — anod din cărbune; 2 — catod rotativ din oțel inoxidabil; 3 — reductor de viteză; 4 — motor electric.

acidă și să conțină întotdeauna sulfat de sodiu. Sulfatul de sodiu în mediu acid transformă sulfura de argint ce eventual ar lua naștere, în tiosulfat de sodiu și argint conform reacției:



Organizarea tehnologică a procesului de electroliză se poate face în două variante: *periodică* sau *continuă*.

Electroliza periodică se realizează prin umplerea electrolizorului cu soluție de fixare captată din unele mașini de dezvoltat și efectuarea procesului până la sfârșit. Intensitatea curentului se micșorează treptat, iar argintul nu se extrage în totalitate (se lasă 0,3—0,5 g/l) pentru a se evita sulfurizarea. Apoi procesul de electroliză se repetă.

Electroliza continuă se realizează prin montarea electrolizorului în circuitul soluției de fixare de la mașina de dezvoltat, astfel încât procesul se desfășoară în mod permanent.

4. Realizarea tehnologică a sistemului de fixare

Prin sistem de fixare al unei mașini de dezvoltat se înțelege *totalitatea instalațiilor care asigură desfășurarea normală a procesului de fixare industrială a peliculei*. Ca și la sistemul de dezvoltare, sistemul de fixare constă din *cuvele cu soluții*, din *instalația de circulație* care asigură agitarea, termostatarea și filtrarea, precum și din *instalația de dozare*.

La proiectarea sistemului de fixare al unei mașini de dezvoltat trebuie să se țină seamă de particularitățile acestui proces și anume:

- viteza de circulație a soluției de fixare poate să fie mai mică (se folosesc pompe cu debit mai redus) deoarece agitarea nu are un rol esențial, iar la termostatare se permit toleranțe mai largi;
- asigurarea formării de săruri complexe tiosulfurice de argint solubile în apă prin utilizarea de soluții de fixare cu concentrație ridicată de tiosulfat în special în ultima parte a procesului;
- recuperarea maximă a argintului și re folosirea într-o proporție cât mai mare a soluției regenerate.

Sistemul de fixare se poate realiza în două **variante tehnologice** și anume: *sistemul de fixare în soluție unică* și *sistemul de fixare în contracurent*.

● **Sistemul de fixare în soluție unică.** La acest sistem procesul de fixare se desfășoară într-o singură cuvă sau în mai multe cuve legate între ele, astfel încât soluția de fixare are practic aceeași compoziție chimică întotdeauna (fig. 10). Prin urmare, concentrațiile tiosulfatului de sodiu, a argintului, ale celorlalte substanțe și valoarea pH-ului sint identice în toate cuvele.

Acest sistem este întrebuintat pe scară largă, întrucât i se poate adapta cu ușurință instalația de circulație, iar controlul chimic este mai simplu deoarece se analizează o singură soluție.

Are dezavantajul că necesită consumuri sporite de soluție de compensare (dozare mare) pentru a asigura în ultima cuvă o concentrație ridicată de tiosulfat și o concentrație redusă de argint.

● **Sistemul de fixare în contracurent** se compune din mai multe cuve unite între ele cu legături alternante cînd sus, cînd jos (fig. 11).

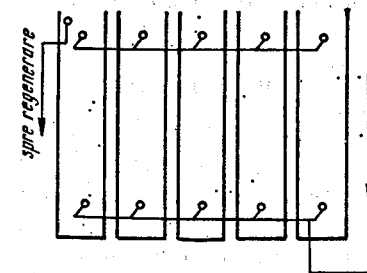


Fig. 10. Schema sistemului de fixare în soluție unică.

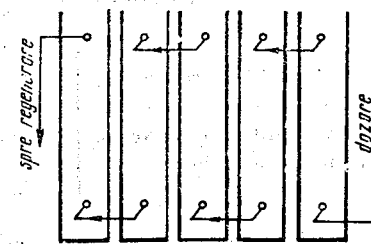


Fig. 11. Schema sistemului de fixare în contracurent.

Soluția de compensare se introduce în ultima cuvă, iar surplusul de soluție se scurge lent dintr-o cuvă în alta în sensul invers al deplasării peliculei.

Inițial soluția de fixare are aceeași compoziție chimică în toate cuvele. După prelucrarea unei cantități mai mari de peliculă, compoziția chimică a soluției în fiecare cuvă va fi diferită. În prima cuvă va exista soluția cea mai epuizată, iar în ultima cuvă soluția va fi proaspătă, cu concentrație maximă de tiosulfat și conținut minim de argint, ceea ce este convenabil din punct de vedere tehnologic.

Sistemul prezintă *avantajul* că asigură o *fixare de calitate în condiții economice mai avantajoase*, deoarece viteza de dozare este mai redusă, iar pierderile de argint în apa de spălare sînt minime.

În același timp, sistemul de fixare în contracurent are *dezavantajul* că nu permite adaptarea unei instalații clasice de circulație a soluției. Această dificultate poate fi rezolvată dacă se realizează agitarea, termostatarea și filtrarea în fiecare cuvă în parte.

Rezumat

1. Acțiunea factorilor chimici și fizici asupra desfășurării procesului de fixare

- | | |
|--------------------------------------|---|
| a) Concentrația substanței fixatoare | <ul style="list-style-type: none"> — la concentrație medie și durată redusă a fixării se formează săruri complexe tiosulfurice greu solubile (fixare necorespunzătoare); — la concentrație medie și durată lungă — săruri complexe solubile (fixare bună); — la concentrație mare — săruri complexe solubile (fixare excelentă). |
|--------------------------------------|---|

— **Concluzie:** Fixajele trebuie să aibă o concentrație mare de tiosulfat și o durată suficientă a procesului.

- | | |
|--|---|
| b) Concentrațiile substanțelor ce se acumulează (halogenuri și săruri complexe tiosulfurice de argint) | <ul style="list-style-type: none"> — acumularea acestor substanțe frînează procesul de fixare; — să se mențină în concentrații reduse în fixaj prin dozare; — să se limiteze pierderile de argint (concentrație mică în ultima cuvă și suflători de picături). |
| c) Aciditatea fixajului | — menținerea pH-ului pentru evitarea voalului fotografic, a sulfurizării și a debalansului de culoare. |

- d) Temperatura, agitarea și starea fizică a fixajului — factori de importanță mai redusă decît la dezvoltare.

2. Soluții de fixare utilizate în prelucrarea industrială a peliculelor

- a) Substanțe din compoziția fixajului — fixatoare pentru acidulare, pentru tanare, împotriva sulfurizării, pentru mărirea capacității-tampon, pentru accelerarea fixării, pentru extinderea tanării maxime.

- b) Soluții de fixare
- acide
 - simple
 - tanante
 - alcaline

3. Tehnologia recuperării argintului și a regenerării soluțiilor de fixare

- a) Extragerea argintului din fixaje
- pe cale chimică
 - pe cale electrolitică
- b) Condiții pentru evitarea sulfurizării în timpul electrolizei
- intensitate redusă a curentului;
 - agitare puternică a soluției la catod;
 - soluția să fie acidă și să conțină sulfat de sodiu

4. Realizarea tehnologică a sistemului de fixare

- Sisteme de fixare
- în soluție unică (cuvele sînt unite și soluția are aceeași compoziție);
 - în contracurent (cuvele au legături alternante sus-jos, iar soluția circulă în sens opus față de peliculă).

Verificarea cunoștințelor

1. Cum trebuie să fie concentrația tiosulfatului de sodiu în soluția de fixare?
2. Cît de lungă trebuie să fie durata fixării?
3. Ce măsuri tehnologice se iau pentru limitarea pierderilor de argint la fixarea industrială?
4. Ce se întîmplă dacă nu se respectă pH-ul soluției de fixare?
5. Ce rol are sulfatul de sodiu în procesul de fixare?
6. În ce scop se introduce acidul boric în unele fixaje?
7. Care sînt cele trei condiții tehnologice principale impuse electrolizei fixajelor?
8. Prin ce se deosebește fixarea în soluție unică de fixarea în contracurent?

1. Tehnologia spălării peliculelor

Procesul de spălare a peliculelor în mașinile de dezvoltat are o însemnătate deosebită pentru obținerea unor materiale de calitate în producția de filme.

a. Procedee de spălare

În procedeele de prelucrare a diferitelor tipuri de pelicule alb-negru și color se deosebesc două categorii de spălări: *parțială* și *totală*.

- **Spălarea parțială** se întrebuințează de obicei ca spălare intermediară între diferitele procese chimice ale prelucrării (developare, fixare, înălbire etc.). Acest gen de spălare este de regulă scurtă și are rolul de a îndepărta în cea mai mare parte substanțele soluției precedente. Se folosește atunci când resturile de substanțe rămase după spălare în emulsia peliculei nu împiedică buna desfășurare a procesului chimic următor.

- **Spălarea totală** asigură practic eliminarea totală a substanțelor din emulsia peliculei și se utilizează ca spălare finală la toate procesele de prelucrare. În cazuri mai rare, se folosește și ca spălare intermediară, cum ar fi de exemplu între dezvoltare și înălbire la procesul de prelucrare a peliculei negative color ORWO.

b. Recomandări pentru realizarea unei spălări corecte

Apa întrebuințată pentru spălarea peliculelor în mașinile de dezvoltat trebuie să aibă o duriitate medie (14—18 grade germane) și să nu conțină impurități în suspensie (nisip, mîl etc.).

Dacă apa de spălare este prea moale, există pericolul desprinderii emulsiei de pe suport la peliculele color. În acest caz, apa este mai întâi durizată în instalații speciale prin adăugarea unor substanțe cum ar fi sulfatul de magneziu și apoi este utilizată pentru spălarea intermediară după dezvoltare. Restul spălărilor se fac cu apă moale, deși există inconvenientul umflării exagerate a gelatinei.

Dacă apa este prea dură se pot forma săruri insolubile în emulsie dînd așa-numita „rețea de calciu”, ce se observă în transparență sub forma unei opalescențe ce mărește efectul de granulație.

O atenție deosebită trebuie să se acorde spălării intermediare ce se efectuează după dezvoltare la prelucrarea peliculelor color, variația acestei spălări (presiune, debit) putînd afecta sensibilitatea și voalul fotografic.

La unele procedee de prelucrare a peliculelor color (de exemplu la prelucrarea peliculei E C N II-Kodak) se impune încălzirea prealabilă a apei de spălare la temperaturi relativ ridicate (27—38° C).

c. Sisteme de spălare

Sistemele de spălare utilizate în mașinile de dezvoltat sînt de mai multe feluri și anume: *în cascadă*, *intensivă*, *intensivă cu jeturi* și *mixtă*.

- **Sistemul de spălare în cascadă** cuprinde un grup de cîteva cuve în care apa este trimisă în contracurent, adică în sens invers față de deplasarea peliculei (fig. 12). Spălarea în cuvele unei cascade se face cu aceeași apă.

Spălarea în cascadă se caracterizează prin consum foarte redus de apă, avînd însă o eficiență ceva mai scăzută. Se folosește de obicei în combinație cu alte sisteme de spălare.

- **Sistemul de spălare intensivă** presupune că fiecare cuvă este prevăzută atît cu conducte de alimentare, cît și de evacuare a apei. După cum rezultă din figura 13, apa se introduce prin partea inferioară a cuvei și se evacuează prin partea superioară a acesteia.

Spălarea este mai eficientă decît la sistemul în cascadă, însă consumul de apă crește în mod simțitor.

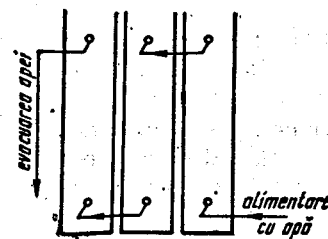


Fig. 12. Schema sistemului de spălare în cascadă.

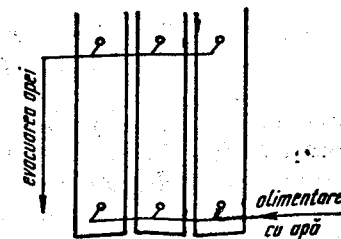


Fig. 13. Schema sistemului de spălare intensivă.

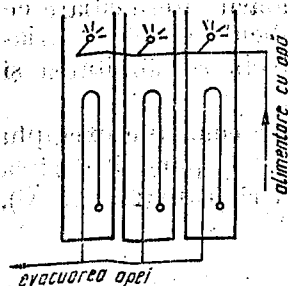


Fig. 14. Schema sistemului de spălare intensivă cu jeturi.

se aseamănă cu sistemul precedent, numai că aici apa este trimisă prin duze, sub presiune, direct pe suprafața emulsiei. Nivelul apei se află la circa 2/3 din înălțimea cuvei, astfel încât jeturile acționează în aer (fig. 14).

Viteza procesului de spălare cu jeturi este maximă dar, în același timp, consumul de apă este cel mai ridicat.

● Sistemul de spălare mixtă se obține prin combinarea sistemelor de spălare

descrise mai înainte și se utilizează în special la spălarea finală a peliculelor. În figura 15 este redată schema unei spălări mixte compuse dintr-o spălare inițială intensivă, două cascade succesive și o spălare intensivă cu jeturi la sfârșit.

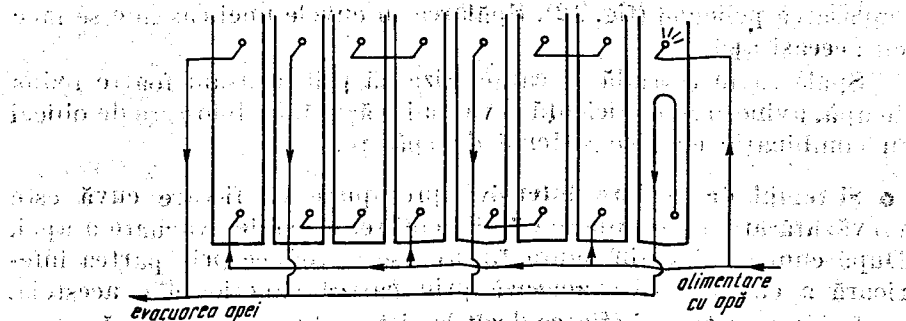


Fig. 15. Schema sistemului de spălare mixtă.

2. Tehnologia unor procese specifice prelucrării peliculelor color

Procedeele de prelucrare a peliculelor color mai cuprind, în afara dezvoltării și fixării, și alte procese chimice dintre care cele mai importante sînt îndepărtarea stratului antihalo, înălbirea și stabilizarea.

În cele ce urmează vor fi prezentate principalele particularități tehnologice ale acestor procese în condițiile prelucrării peliculelor în mașinile de dezvoltat.

a. Tehnologia îndepărtării stratului antihalo

Stratul antihalo, care protejează peliculele color împotriva formării halourilor de reflexie cu ocazia expunerii, trebuie să fie îndepărtat în procesul de prelucrare. Acest strat special este constituit în majoritatea cazurilor din grafit coloidal și are proprietatea de a se înmuia și a se desprinde de pe suport într-o soluție alcalină.

La unele procedee color (negativ color E C N I și E C N II Kodak, negativ color tip 680 Agfa-Gevaert și altele) pelicula este tratată timp de 10–20 s într-o soluție specială, denumită *prebaie*, plasată înainte de dezvoltare și care are rolul de a înmuia stratul antihalo. Apoi stratul antihalo este îndepărtat pe cale mecanică cu ajutorul unui dispozitiv special prevăzut cu o rolă îmbrăcată cu material plastic spongios, ce se rotește în sens invers, și cu un sistem de jeturi cu apă care îndepărtează într-o cuvă substanțele care rezultă (fig. 16). Trebuie să se ia toate măsurile de precauție pentru ca particulele de grafit să nu ajungă pe emulsie deoarece aderă cu ușurință la suprafața acesteia și nu mai pot fi îndepărtate ulterior.

Reprezentativă din punct de vedere al compoziției chimice este prebaia PB-2 recomandată de firma Kodak pentru toate tipurile de pelicule color pe care le produce. Rețeta acestei soluții este următoarea:

— borax :	20 g
— sulfat de sodiu :	100 g
— hidroxid de sodiu :	1 g
— apă :	pină la 1 000 ml
— pH	$9,3 \pm 0,1$

Alcalinitatea este asigurată în principal de hidroxidul de sodiu. Boraxul are rolul de a crea capacitatea tampon necesară, iar sulfatul de sodiu preîntîmpină umflarea exagerată a emulsiei peliculei.

Soluția de prebaie este recirculată, termostată ($\Delta T = \pm 1^\circ \text{C}$) și filtrată, viteza de circulație fiind de 20–40 l/min.

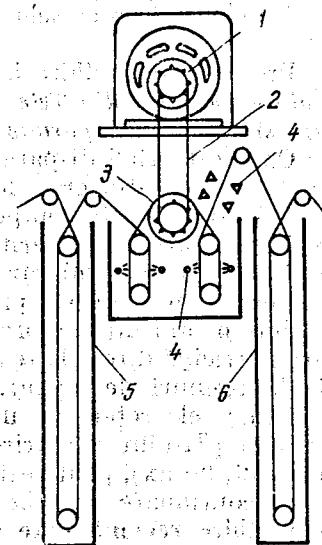


Fig. 16. Schema dispozitivului pentru îndepărtarea stratului antihalo:

1 — motor electric; 2 — cureaua de antrenare; 3 — rolă îmbrăcată în material plastic spongios; 4 — spălare cu jeturi; 5 — cuvă cu prebaie; 6 — prima cuvă cu revelator.

b. Tehnologia procesului de înălbire

Procesul de înălbire a peliculelor color are rolul de a transforma argintul metalic din cele trei straturi în niște combinații insolubile care sînt apoi îndepărtate în soluția de fixare care urmează.

Cu acest prilej dispăre și stratul filtrant galben, compus — după cum se știe — din granule foarte fine de argint metalic.

Principală parte componentă a soluției de înălbire este substanța oxidantă, care în majoritatea cazurilor este fericianura de potasiu [$K_3Fe(CN)_6$], iar mai rar bicromatul de potasiu ($K_2Cr_2O_7$).

Pentru accelerarea procesului se mai introduce în soluția de înălbire o cantitate de bromură de sodiu sau de potasiu (20—43 g/l), care participă direct la reacțiile chimice ce au loc, reformînd în emulsie halogenuri de argint.

Din unele rețete de înălbire mai fac parte și substanțe pentru reglarea pH-ului și mărirea capacității-tampon (acid acetic, acetat de sodiu, borax), pentru tanare (alaunul de potasiu) și altele.

În continuare vom da în tabela 7 principalele rețete ale soluțiilor de înălbire recomandate de către firmele ORWO, Kodak și Agfa-Gevaert pentru unele din peliculele color pe care le produc.

Rețetele uzuale de înălbire

Tabela 7

Substanțele componente	ORWO 57 negativ	Kodak SR-9 negativ pozitiv	Kodak SR-4a pozitiv	Kodak SR-29 negativ ECN II	Kodak Ektachrome	Agfa-Gevaert GP 462 Gevachrome
Fericianură de potasiu	40 g	50 g	—	40 g	165 g	40 g
Bicromat de potasiu	—	—	5 g	—	—	—
Bromură de potasiu	15 g	20 g	20 g	—	—	30 g
Bromură de sodiu	—	—	—	25 g	43 g	—
Acid acetic glacial	—	—	—	—	—	5 ml
Acetat de sodiu	—	—	—	—	—	5 g
Alaun de potasiu	—	—	40 g	—	—	—
Borax	—	—	—	—	1 g	—
Fosfat monopotasic	25 g	—	—	—	—	—
Bisulfat de sodiu	—	—	—	—	—	6 g
EDTA Na ₄ *	—	—	—	—	—	10 g
Poliutilen glicol	—	—	—	—	3,6 g	—
Apă pînă la 1 000 ml	pH = 5,2 ± ±0,2	pH = 6,50 ± ±0,50	pH = 3,10 ± ±0,20	pH = 6,50 ± ±0,50	pH = 8,70 ± ±0,15	pH = 4,10 ± ±0,20

* EDTA Na₄ = sare tetrasodică a acidului etilendiaminotetraacetic.

Întrucît îndepărtarea argintului este practic totală, procesul de înălbire este mai puțin critic ca dezvoltarea, iar stabilitatea lui se menține cu ușurință controlînd la perioade mai lungi concentrațiile substanțelor care se consumă și ale celor care se acumulează (de exemplu, fericianura de potasiu).

O atenție mai mare trebuie să se acorde pH-ului, care dacă nu se menține între limitele admisibile de toleranță poate provoca debalans de culoare.

Procesul de înălbire se desfășoară de obicei în soluție unică, iar viteza de dozare este redusă. Soluția de înălbire este circulată, termostatăată ($\Delta T = \pm 1^\circ C$) și filtrată. Surplusul de soluție se captează și se supune operației de regenerare, ce se poate realiza în cazul fericianurii de potasiu pe cale electrolică sau prin tratare cu substanțe puternic oxidante (persulfati, ozon sau brom).

○ Notă. Fericianura și bicromatul de potasiu atacă foarte ușor fierul și aliajele sale. Din această cauză toate instalațiile (pompe, conducte, cuve etc.) trebuie să fie executate din materiale rezistente la acțiunea corosivă a acestor substanțe. În plus, este necesar să se ia măsuri tehnologice speciale de tratare a apelor reziduale care conțin aceste substanțe deosebit de poluante.

c. Tehnologia procesului de stabilizare

În partea finală a multor procedee de prelucrare a peliculelor color este prevăzut procesul de stabilizare, care are rolul de a îmbunătăți rezistența în timp, la acțiunea agenților externi, a coloranților imaginii.

Unele soluții de stabilizare conțin ca substanță de bază formolul (aldehida formică), a cărui concentrație trebuie controlată și menținută în limitele admisibile de toleranță.

În compoziția altor soluții de stabilizare intră ca substanțe principale fosfații de sodiu, la care se urmărește în special menținerea pH-ului.

Dacă din anumite motive (diluare, lipsă de dozare, scurgerea soluției din cuve etc.) stabilizarea lipsește sau este necorespunzătoare, are loc alterarea ulterioară a coloranților, care face ca filmele să devină inutilizabile. De aceea, se impune efectuarea cu regularitate a controlului concentrațiilor și pH-ului, precum și a vitezei de dozare.

În tabela 8 sînt date rețetele unor soluții de stabilizare întrebuințate la prelucrarea industrială a peliculelor.

Tabela 8

Rețetele unor soluții uzuale de stabilizare

Substanțele componente	Kodak S-9a negativ	Kodak S-1a pozitiv	Kodak Ektachrome	Agfa-Gevaert GP-692 Gevachrome	ORWO 286 pozitiv
Hexametrafosfat de sodiu	1 g	—	—	—	—
Fosfat disodic	3 g	—	—	—	—
Fosfat monosodic	4,5 g	—	—	—	—
Formol (sol. 37 %)	—	20 ml ± ± 6 ml	6 ml ± ± 2 ml	13 ml	15 ml ± 5 ml
Aditiv Kodak MX-707	—	—	0,14 ml	—	—
Photo flo-Kodak	—	2 ml	—	—	—
Saponină-soluție F 905*	—	—	—	1,8 ml	5 ml
Apă pînă la 1 000 ml	pH = 6,5 ± 0,2	—	—	pH = 7,6 ± 0,3	—

* F 905 — soluție de detergent ORWO

Soluția de stabilizare trebuie să fie circulantă, termostatăată ($\Delta T = \pm 1 - 2^\circ \text{C}$) și filtrată.

Rezumat

1. Tehnologia spălării peliculelor

a) Tipuri de spălări

- parțială — îndepărtează o parte a substanțelor din emulsie;
- totală — îndepărtează practic integral substanțele din emulsie.

b) Sisteme de spălare

- în cascadă — eficiență medie și consum redus de apă;
- intensivă — eficiență bună și consum mare de apă;
- intensivă cu jeturi — eficiență foarte bună, consum foarte mare de apă;
- mixtă — eficiența și consumul de apă depind de combinația spălărilor utilizate.

2. Tehnologia unor procese specifice prelucrării peliculelor color

a) Tehnologia îndepărtării stratului antihalo

- înmuierea stratului antihalo într-o soluție alcalină (prebaie);
- îndepărtarea mecanică a stratului antihalo cu un dispozitiv special.

b) Tehnologia procesului de înălbire

- înălbirea oxidează tot argintul din emulsie;
- conține: substanță oxidantă (fericianura de potasiu), substanța acceleratoare (bromura) și uneori alte substanțe;
- se realizează în soluție unică, care e termostatăată și filtrată;
- surplusul de soluție se regenerează prin electroliză sau oxidare foarte puternică.

c) Tehnologia procesului de stabilizare

- îmbunătățește rezistența în timp a coloranților;
- soluția de stabilizare conține formol sau fosfați și alte substanțe.

Verificarea cunoștințelor

1. Ce influență are duritatea apei asupra procesului de spălare?
2. Care sînt deosebirile dintre spălarea intensivă și spălarea intensivă cu jeturi?
3. Ce se întîmplă dacă resturile de grafit rezultate de la îndepărtarea stratului antihalo rămîn pe emulsie?
4. În ce scop se introduce bromura de potasiu sau de sodiu în soluția de înălbire?
5. Ce repercusiuni are lipsa stabilizării asupra imaginii filmelor color?

E. COMPENSAREA CHIMICĂ ȘI VOLUMETRICĂ
A CONSUMURILOR SOLUȚIILOR DE PRELUCRARE

1. Condițiile compensării chimice și volumetrice în mașinile de dezvoltat

În timpul desfășurării prelucrării peliculelor în mașinile de dezvoltat, toate soluțiile tind să-și modifice atât *compoziția chimică*, cât și *volumul* pe care îl ocupă în cuve.

● **Modificările de natură chimică** au loc datorită reacțiilor chimice principale și secundare care se produc și afectează concentrațiile substanțelor componente din soluțiile de prelucrare.

Astfel, ca urmare a procesului de dezvoltare, majoritatea substanțelor din compoziția revelatorului se consumă. Substanțele revelatoare transformă cristalele de halogenură de argint în granule de argint metalic, care constituie imaginea fotografică. În plus, aceste substanțe se mai consumă și prin oxidare, datorită acțiunii oxigenului din aer. Sulfitul de sodiu se combină cu produșii de oxidare ai substanțelor revelatoare ce rezultă din reacția principală a dezvoltării. Substanțele alcaline neutralizează acidul bromhidric care se formează în prima fază a procesului.

O situație complet diferită o are bromura de sodiu sau de potasiu, care se acumulează în revelator datorită faptului că în timpul dezvoltării peliculei iau naștere în permanență ioni de brom.

În procesul de fixare, tiosulfatul se consumă ca urmare a participării la reacțiile chimice cu halogenurile de argint și uneori datorită unor reacții secundare (oxidare, sulfurizare). Se consumă, de asemenea, și alte substanțe din fixaj, ca de exemplu sulfitul de sodiu (se oxidează, se combină cu sulfurul), alaunul de potasiu (tanează gelatina), substanța de acidulare (neutralizează urmele de bază aduse de peliculă).

Totodată, după cum s-a arătat, în timpul fixării se acumulează permanent, pe măsura desfășurării procesului, halogenuri de sodiu și săruri complexe tiosulfurice de argint.

În cazul înălbirii, soluția pierde treptat fericianură și bromură de potasiu și se îmbogățește în ferocianură de potasiu, care se formează în urma reacțiilor chimice.

Pierderi de substanțe se produc și datorită peliculei care pe de o parte, la intrarea în cuvă, diluează soluțiile, iar pe de altă parte, la ieșirea din cuve transportă soluția de bază.

● În mașina de dezvoltat au loc și modificări de natură volumetrică, care constau de regulă în tendința de creștere a nivelului soluțiilor în cuvele mașinii. Așa cum reiese din figura 17, această creștere de nivel este determinată de faptul că de obicei pelicula venind din apa de spălare, are emulsia mai umflată la intrarea într-un anumit proces decât la ieșirea din procesul respectiv. Fac excepție de la această situație soluțiile de revelator (care nu sînt precedate de prebaie) și soluțiile de prebaie, în care datorită faptului că pelicula intră uscată nivelul soluției în cuve tinde să se micșoreze.

● Compensarea chimico-volumetrică. Pentru ca prelucrarea industrială a peliculelor să se desfășoare în mod continuu, este necesar ca efectul fotografic obținut să nu se modifice în timp, adică activitatea chimică a soluțiilor de prelucrare să fie constantă.

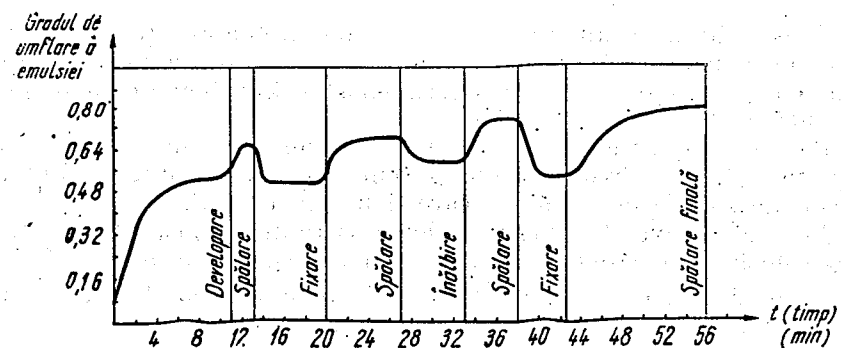


Fig. 17. Cinetica umflării emulsiei în procesul de prelucrare a peliculei pozitive color.

Acest deziderat se realizează prin compensarea chimico-volumetrică, care constă în introducerea treptată în soluțiile de bază din cuvele mașinii, în funcție de cantitatea de peliculă prelucrată, a unei soluții proaspete, denumită soluție de compensare. În acest mod se compensează consumurile de natură chimică, concentrațiile substanțelor componente din soluțiile de prelucrare și pH-ul acestora menținându-se în limitele admisibile de toleranță. Concomitent se asigură compensarea pierderilor volumetrice ale acelor soluții de la începutul prelucrării în care pelicula intră în stare uscată.

Operația de introducere a soluției de compensare se numește dozare, iar viteza de dozare se exprimă de obicei în l/h sau ml/m de peliculă.

Compensarea chimico-volumetrică trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- soluția de compensare să conțină în concentrații mai mari decât în soluția de bază acele substanțe care se consumă;
- soluția de compensare să nu conțină deloc sau să conțină în concentrații mai mici decât în soluția de bază substanțele care se acumulează;
- viteza de dozare să asigure echilibrul chimic;
- viteza de dozare să compenseze pierderile volumetrice de soluții.

2. Ecuația echilibrului chimic. Calculul compoziției soluției de compensare și a vitezei de dozare

În continuare vom deduce ecuația echilibrului chimic valabilă pentru soluțiile ce au aceeași compoziție, adică pentru cele care se află într-o singură cuvă sau în mai multe cuve legate între ele.

Considerăm, că un anumit proces de prelucrare (developarea, fixarea sau înălbirea) are loc în cuva în care se află soluția de bază. Prin cuvă se deplasează cu viteză constantă pelicula care se prelucurează.

Pentru simplificare, considerăm că pelicula intră în prima cuvă în stare uscată. La ieșirea din cuvă, pelicula antrenează cu ea un anumit volum de soluție de bază, pe care îl notăm cu $b[l/h]$.

Pentru ca nivelul soluției din cuvă să rămână constant, se introduce soluție proaspătă de compensare în aceeași cantitate, adică $b[l/h]$.

În cuvă au loc reacțiile chimice principale și secundare care duc la consumarea sau la acumularea substanțelor componente din soluție.

Se notează cu $\alpha[g/h]$ cantitatea de substanță ce se consumă (sau se acumulează) într-o oră, iar cu $c[g/l]$ concentrația pe care trebuie să o aibă aceeași substanță în soluția de compensare. În aceste condiții, după un timp îndelungat de lucru, în soluția de bază se stabilește concentrația de echilibru a substanței respective, pe care o notăm cu $K[g/l]$.

Pentru asigurarea echilibrului chimic, adică pentru a menține constantă în timp concentrația K a unei anumite substanțe din soluție, este necesar să se realizeze compensarea integrală a cantității de substanță ce se consumă în timpul lucrului, cu o cantitate egală din aceeași substanță.

Deducerea ecuației care exprimă această egalitate se face pentru cele două categorii de substanțe, adică pentru substanțele ce se consumă și pentru substanțele ce se acumulează.

● **Ecuația echilibrului chimic pentru substanțele care se consumă.** În acest caz, cantitatea de substanță care se consumă constă din ceea ce se pierde prin reacțiile chimice (α) și prin soluția antrenată de către peliculă (b, K). În total, într-o oră se consumă $\alpha + b \cdot K$ grame de substanță. În scopul compensării acestei pierderi, trebuie să se introducă $b \cdot c$ [g/h] substanță prin soluția de compensare.

Astfel se obține egalitatea:

$$b \cdot K + \alpha = b \cdot c. \quad (1)$$

● **Ecuația echilibrului chimic pentru substanțele care se acumulează.** În acest caz, consumul de substanță se datorește numai pierderilor ca urmare a antrenării soluției de către peliculă, ceea ce constituie $b \cdot K$ [g/h]. Această cantitate de substanță trebuie să fie compensată de cantitatea care rezultă din reacțiile chimice ale procesului α [g/h] și din ceea ce provine din compensare $b \cdot c$ [g/h].

Se poate scrie deci:

$$b \cdot K = \alpha + b \cdot c$$

sau

$$b \cdot K - \alpha = b \cdot c. \quad (2)$$

Generalizînd, pentru ambele cazuri, ecuația echilibrului chimic se va prezenta astfel:

$$b \cdot K \pm \alpha = b \cdot c. \quad (3)$$

Această ecuație poate fi utilizată pentru o serie de calcule, dintre care cele mai importante sînt calculul compoziției soluției de compensare și calculul vitezei de dozare.

● Astfel din ecuația (3) se poate deduce formula pentru determinarea concentrației substanței respective în soluția de compensare c [g/h]:

$$c = \frac{b \cdot K \pm \alpha}{b}$$

sau

$$c = K \pm \frac{\alpha}{b}. \quad (4)$$

● Tot din ecuația (3) rezultă formula pentru determinarea volumului dozării b [l/h]:

— pentru substanțele care se consumă în timpul procesului:

$$b = \frac{\alpha}{c - K}; \quad (5)$$

— pentru substanțele care se acumulează în timpul procesului:

$$b = \frac{\alpha}{K - c}. \quad (6)$$

În cele ce urmează se va ilustra prin trei exemple aplicarea formulelor (4), (5) și (6).

Exemplul nr. 1. La prelucrarea peliculei pozitive alb-negru se întrebuințează revelatorul ORWO nr. 20.

Volumul dozării a fost fixat în funcție de bromură la $b = 12$ l/h.

Concentrația de echilibru a metolului în soluția de bază trebuie să fie, conform rețetei, $K = 2$ g/l. Se cunoaște că metolul se consumă în timpul lucrului: $\alpha = 3,6$ g/h.

Se cere să se determine în ce concentrație trebuie să se afle metolul în soluția de compensare, pentru a se putea menține în soluția de bază concentrația de 2 g/l:

$$c = K + \frac{\alpha}{b} = 2 + \frac{3,6}{12} = 2 + 0,3 = 2,3 \text{ g/l,}$$

deci $c = 2,3$ g/l.

Exemplul nr. 2. Într-o mașină de dezvoltat se prelucurează peliculă pozitivă color ORWO în revelatorul ORWO nr. 11. Conform rețetei, concentrația de echilibru a bromurii de potasiu în soluția de bază trebuie să fie $K = 2,5$ g/l.

Se știe că în timpul dezvoltării acumularea bromurii constituie $\alpha = 18,2$ g/h.

Se cere să se determine ce viteză de dozare trebuie adoptată pentru o soluție de compensare care conține $c = 1,2$ g/l bromură de potasiu:

$$b = \frac{\alpha}{K - c} = \frac{18,2}{2,5 - 1,2} = \frac{18,2}{1,3} = 14 \text{ l/h,}$$

deci $b = 14$ l/h.

Exemplul nr. 3. La fixarea I a peliculei negative color Eastman-Kodak se folosește soluția de fixare F-5 în care concentrația tiosulfatului de sodiu este $K = 240$ g/l.

Cunoscându-se faptul că din tiosulfatul de sodiu se consumă într-o oră $\alpha = 300$ g/h și că viteza dozării este de $b = 10$ l/h, se cere să se afle ce concentrație de tiosulfat de sodiu trebuie să aibă soluția de compensare:

$$c = K + \frac{\alpha}{b} = 240 + \frac{300}{10} = 270 \text{ g/l,}$$

deci $c = 270$ g/l.

Rezumat

1. Condițiile compensării chimice și volumetrice în mașinile de dezvoltat

- a) *Modificări de natură chimică în soluțiile de prelucrare* {
- consumuri de substanțe datorită reacțiilor chimice;
 - acumulări de substanțe în urma reacțiilor chimice;
 - pierderi de substanțe datorită antrenării soluției de către peliculă.

- b) *Modificări de natură volumetrică ale soluțiilor* {
- creșterea nivelului soluțiilor precedate de spălări;
 - scăderea nivelului soluției în care pelicula intră uscată.
- c) *Condițiile compensării chimico-volumetrice* {
- concentrații mai mari decât în bază a substanțelor ce se consumă;
 - concentrații mai reduse pentru substanțele care se acumulează;
 - corelare între concentrații și viteza de dozare;
 - compensarea pierderilor volumetrice.

2. Ecuația echilibrului chimic

- a) *Ecuația echilibrului chimic pentru substanțele care se consumă* $b \cdot K + \alpha = b \cdot c$

- b) *Ecuația echilibrului chimic pentru substanțele care se acumulează* $b \cdot K - \alpha = b \cdot c$

Verificarea cunoștințelor

1. Care sînt cauzele care duc la consumarea substanțelor revelatoare în timpul dezvoltării?
2. De ce bromura se acumulează în timpul dezvoltării?
3. Care sînt modificările volumetrice ale soluțiilor în timpul procesului de prelucrare?
4. Ce condiții trebuie să îndeplinească compensarea chimico-volumetrică?
5. Ce calcule se pot efectua cu ajutorul ecuației echilibrului chimic?

Capitolul II

MAȘINILE DE DEVELOPAT

A. ROLUL ȘI CLASIFICAREA MAȘINILOR DE DEVELOPAT

Prelucrarea chimico-fotografică a peliculelor fotosensibile utilizate în producția de filme se realizează în mod mecanizat și pe scară industrială cu ajutorul mașinilor de dezvoltat. Întrebuințarea acestei metode de prelucrare a apărut ca o necesitate, datorită cantităților foarte mari de peliculă și a condițiilor riguroase de calitate ce se impun materialelor prelucrate.

Mașinile de dezvoltat sînt niște agregate complexe, cu productivitate ridicată și cu un înalt grad de automatizare, care asigură prelucrarea continuă a peliculei expuse. Pelicula ce se introduce în mașina de dezvoltat trece pe rînd prin toate cuvele cu soluții chimice de prelucrare (developare, fixare, înălbire etc.), parcurge cuvele cu apă, unde se efectuează spălările intermediare și finale, iar la sfîrșitul prelucrării se usucă într-un dulap special cu ajutorul aerului condiționat.

În funcție de tipul peliculei și al rezultatelor fotografice ce se urmăresc, fiecare mașină de dezvoltat are un regim tehnologic propriu de prelucrare, care cuprinde durata fiecărei faze, temperatura soluțiilor și a apei de spălare, parametrii aerului de uscare precum și alte condiții tehnice referitoare la dozare, agitare și filtrarea soluțiilor etc.

● Față de mașinile de dezvoltat se impun trei cerințe tehnologice principale :

— să asigure o calitate fotografică optimă a imaginii și fonogramei (contrast, acoperire, voal scăzut, granulație redusă, lipsa defectelor de dezvoltare etc.);

— să nu afecteze din punct de vedere mecanic suprafețele și perforațiile peliculei;

— să ofere o securitate maximă materialelor prelucrate și în special negativelor de imagine care au o valoare extrem de ridicată.

● Mașinile de dezvoltat pot fi clasificate după mai multe criterii, dintre care cele mai semnificative sînt : după sistemul de antrenare a peliculei, după productivitate și după lățimea peliculei prelucrate.

În funcție de sistemul de antrenare a peliculei deosebim : mașini de dezvoltat cu role dințate și mașini de dezvoltat cu fricțiune.

După productivitate, mașinile de dezvoltat se împart în trei mari grupe : cu productivitate redusă (sub 500 m/h), cu productivitate medie (500—1 500 m/h) și cu înaltă productivitate (peste 1 500 m/h).

În funcție de lățimea peliculei prelucrate există mașini de dezvoltat cu următoarele destinații : pentru peliculă de 70 mm, pentru peliculă de 35 mm, pentru peliculă de 32 mm (2×16 mm), pentru peliculă de 16 mm, pentru peliculă de 8 mm și universale (mașini cu fricțiune ce pot prelucra pelicule de diferite lățimi).

B. SCHEMA DE PRINCIPIU A MAȘINII DE DEVELOPAT

Mașinile moderne de dezvoltat utilizate în prezent în laboratoarele de prelucrare a peliculei prezintă deosebiri din punct de vedere constructiv dictate atît de specificul procedeele de prelucrare pentru care au fost construite, cît și de modul în care au fost concepute diferitele părți componente de către proiectanții fabricilor producătoare. Cu toate aceste diferențe, se poate afirma că marea majoritate a mașinilor de dezvoltat au la bază principii generale unice, rezultate din condițiile tehnice pe care trebuie să le îndeplinească în practică.

În figura 18 este prezentată schema de principiu a unei mașini de dezvoltat destinată prelucrării peliculei alb-negru. Mașina prezentată se compune din următoarele părți principale :

- mecanismul transportor al peliculei;
- dulapurile de încărcare și descărcare a peliculei;
- cuvele pentru soluții și pentru apa de spălare;
- instalațiile de circulație a soluțiilor de revelator și fixaj;
- instalațiile de dozare;
- instalația pentru uscarea peliculei;
- dispozitivele pentru îndepărtarea picăturilor;
- dispozitivele de blocare;
- dispozitivul de semnalizare.

● Mecanismul transportor asigură deplasarea continuă a peliculei prin mașina de dezvoltat. Pelicula pornește din caseta debitoare 1,

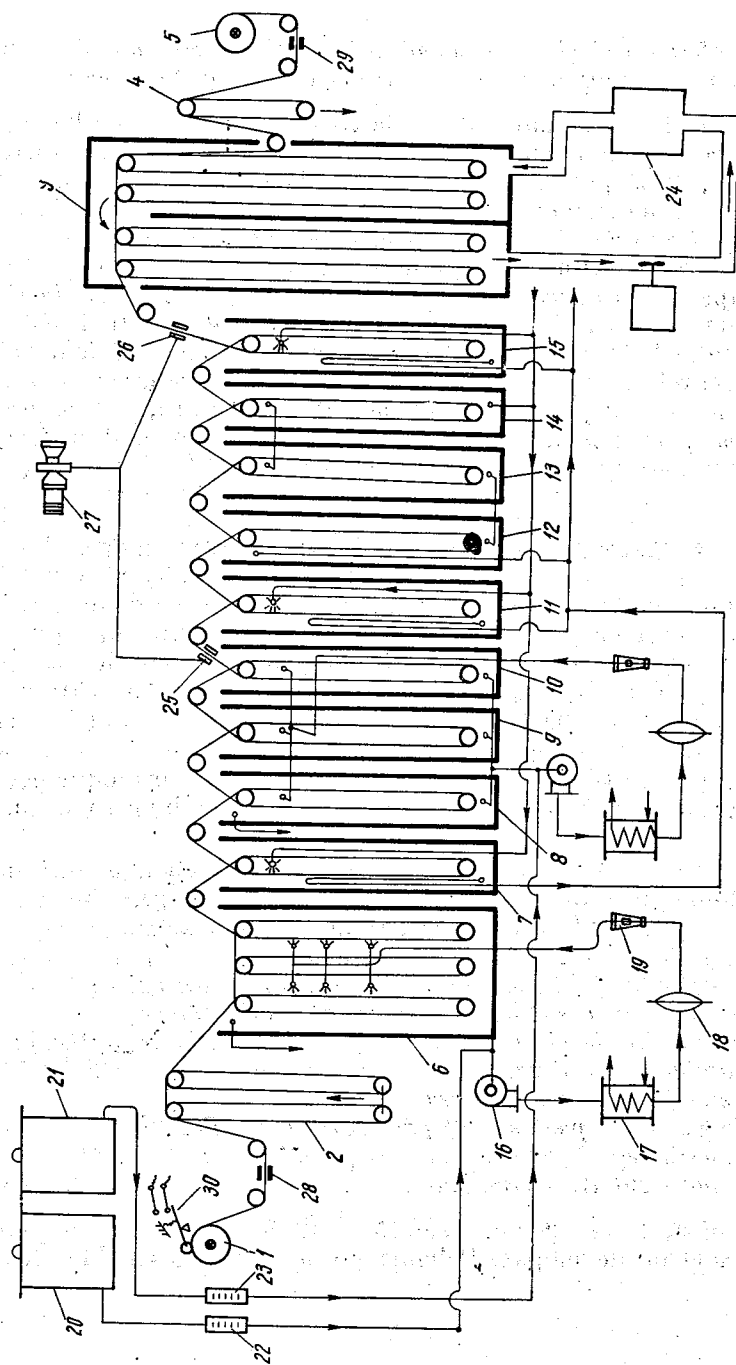


Fig. 18. Schema de principiu a mașinii de dezvoltat.

parcurește rolele dulapului de încărcare 2, trece peste toate rolele din cuvele cu soluții și apă de spălare, traversează dulapul de uscare 3, dulapul de descărcare 4 și se bobinează în caseta receptoare 5.

- Dulapul de încărcare 2 și dulapul de descărcare 4 au rolul de a permite încărcarea și descărcarea bobinelor din mers, fără oprirea mașinii.

- Cuvele mașinii de dezvoltat servesc pentru realizarea proceselor chimico-fotografice și a proceselor de spălare, în ordinea prescrisă de tehnologia prelucrării peliculei respective.

În cazul de față, în cuva 6 se află soluția de revelator, în cuva 7 — apa pentru spălarea intermediară, în cuvele 8, 9 și 10 — soluția de fixare (în soluție unică), iar în cuvele 11, 12, 13, 14 și 15 — apa pentru spălarea finală (în cuvele 11 și 15 — spălare intensivă cu jeturi, iar în cuvele 12, 13 și 14 — spălare în cascadă). Volumul și numărul cuvelor sînt corelate cu durata fiecărui proces în parte.

- Instalațiile de circulație a soluțiilor de revelator și de fixaj sînt identice, cu singura deosebire că la revelator există un mare număr de jeturi pentru asigurarea agitării energice cerute de tehnologie. În cazul revelatorului, soluția este absorbită din cuvă cu ajutorul pompei 16, după care este trimisă în termostatul 17, unde i se reglează temperatura. În continuare este curățită prin filtrul 18 și trecută prin rotametrul 19, care indică debitul soluției.

- Instalațiile de dozare asigură compensarea chimico-volumetrică prin introducerea soluțiilor de compensare din bazinele de presiune 20 și 21, reglate cantitativ de dozatorii 22 și 23, în circuitele soluțiilor de revelator și fixaj.

- Instalația pentru uscarea peliculei constă din dulapul de uscare 3 prin care circulă în permanență aer, condiționat cu ajutorul condiționatorului 24.

- Dispozitivele de îndepărtare a picăturilor se compun, în cazul de față, din doi suflători de picături 25 și 26 montați la ieșirea din fixaj și la intrarea în dulapul de uscare. În suflătorii de picături se trimite aer sub presiune cu ajutorul ventilatorului 27.

- Dispozitivele de blocare 28 și 29 au rolul de a bloca pelicula în momentul cînd se schimbă bobinele în casetele debitoare 1 și receptoare 5. În timpul cît pelicula este blocată, mașina continuă să funcționeze datorită intrării în acțiune a dulapurilor de încărcare și descărcare.

● Dispozitivul de semnalizare 30 are menirea de a emite un semnal sonor de avertizare în momentul cînd pelicula este pe cale să se termine în caseta debitoare, ceea ce arată că trebuie încărcată următoarea bobină de peliculă.

1. Mecanismul transportor al peliculei

Mecanismul transportor al peliculei existent la mașinile de dezvoltat are de obicei următoarele părți principale :

- un motor electric de acționare!
- un sistem de reducere a turației;
- un sistem de transmisie a mișcării;
- un sistem de role pentru transportul peliculei, montate pe axe în lungul traiectului mașinii.

● Micșorarea turației se realizează cu ajutorul unui reductor, iar transmisia mișcării de la acest reductor la axele cu role ale mașinii se face prin pinioane și lanț Gall.

În funcție de construcția reductorului, viteza mașinilor de dezvoltat se poate modifica fie în trepte, fie în mod continuu.

● Transportul peliculei se realizează cu ajutorul rolelor, care se montează pe două rînduri de axe : un rînd de axe aflat în partea superioară a cuvei, iar al doilea rînd de axe situat în partea inferioară a cuvei. Ansamblul rolor inferioare, care de cele mai multe ori este mobil pe verticală, se cheamă *cărucior*.

Rolele sînt de două feluri și anume :

- role libere, care sînt majoritatea și se rotesc liber pe axe (fig. 19);
- role de antrenare a peliculei, fixate rigid pe ax, cu care se rotesc împreună.

Rolele de antrenare se împart la rîndul lor în două categorii, în funcție de sistemul prin care se face transportul peliculei, și anume :

- role dințate, care transportă pelicula cu ajutorul dinților ce pătrund în perforațiile acesteia;

- role de fricțiune, care antrenează pelicula prin frecarea ce intervine la contactul dintre suprafețele peliculei și rolei.

Profilul rolor libere și al celor dințate prezintă în partea centrală un decupaj, pentru ca suprafața de lucru a rolei să vină în contact numai cu părțile laterale ale peliculei, spre a proteja astfel suportul de eventuale defecte mecanice.

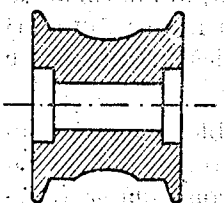


Fig. 19. Rolă liberă (secțiune).

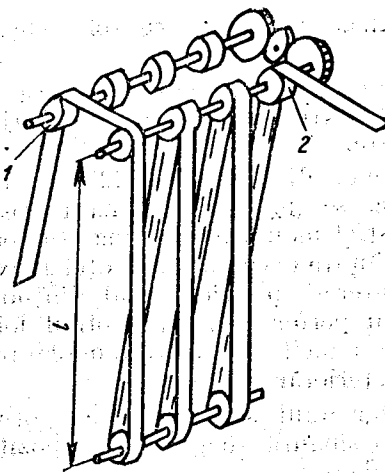


Fig. 20. Schema mecanismului transportor cu bucle multiple.

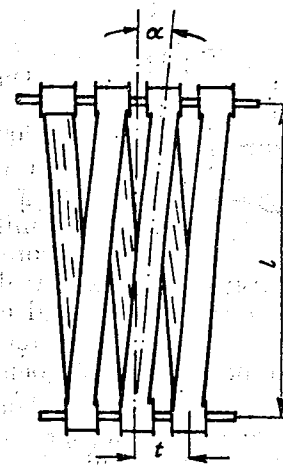


Fig. 21. Schema răsucirii peliculei la mecanismul transportor cu bucle multiple.

Pelicula parcurge întregul traiect al mașinii de dezvoltat trecînd pe rînd cu suportul peste fiecare rolă și formînd în cuvă, în dulapurile de încărcare, de uscare și de descărcare, o serie de bucle. În toate mașinile moderne de dezvoltat, pelicula formează în fiecare cuvă mai multe bucle (3—10 bucle), ceea ce permite să se obțină printr-un spor neînsemnat al lățimii cuvelor o creștere substanțială a productivității.

În figura 20 este redată schema unui mecanism transportor cu bucle multiple, în care se poate observa drumul parcurs de peliculă. În figura 21 se vede că în cazul acestui mecanism, la trecerea de pe o rolă superioară pe una inferioară și invers, pelicula suferă o răsucire datorită decalajului de poziție dintre cele două role. Pentru ca pelicula să nu sară de pe role, distanța l dintre cele două axe nu trebuie să fie micșorată prea mult. Valoarea minimă admisibilă a distanței l este determinată de mărimea unghiului α și a pasului rolor t . În cazul peliculelor de 35 mm, unde $t = 47$ mm, distanța dintre axul inferior și cel superior nu trebuie să fie mai mică de 500 mm.

În continuare vom prezenta pe scurt principiile de funcționare și caracteristicile de bază ale mecanismelor transportoare cu role dințate și cu fricțiune.

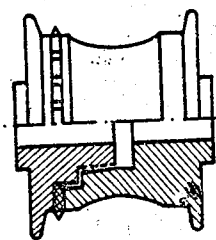


Fig. 22. Rolă dințată (secțiune pe jumătate).

a. Mecanismul transportor cu role dințate

După cum s-a arătat mai sus, acest mecanism asigură antrenarea peliculei cu ajutorul rolor dințate.

Corpul rolei dințate (fig. 22) constă din două părți ce se înșurubează una în cealaltă, permițând astfel montarea pe una din borduri a coroanei dințate executate din oțel inoxidabil sau din material plastic. Pasul dinților este egal cu pasul perforației, iar profilul lor este astfel executat încât să asigure o deplasare continuă a peliculei, fără șocuri și deteriorări mecanice.

La acest mecanism transportor axul superior este motor; pe acesta se montează rigid numai o singură rolă dințată (pozițiile 1 și 2, fig. 20), restul fiind role libere.

Căruciorul cu rolele inferioare, care sînt toate libere, este susținut de bucelele peliculei și poate culisa pe verticală pe un șant de ghidare. Prin ridicarea sau coborîrea căruciorului se poate modifica lungimea bucelor, schimbînd astfel timpul de prelucrare în cuva respectivă.

Mecanismul transportor cu role dințate este simplu, robust și oferă siguranță mare în exploatare. Prezintă însă inconvenientul că dacă nu este bine reglat poate forța și chiar rupe perforațiile. Nu se recomandă utilizarea acestui mecanism la mașinile cu productivitatea ridicată, întrucît datorită solicitărilor mari ale peliculei perforațiile sînt deteriorate chiar în condițiile unui reglaj corespunzător.

b. Mecanismul transportor cu fricțiune

Acest mecanism realizează transportul peliculei prin intermediul rolor de fricțiune, care se montează rigid din loc în loc pe axul motor, alături de rolele libere. După cum se poate constata din figura 23, rola de fricțiune se aseamănă cu rolele libere, deosebirea constînd în faptul că suprafața de lucru este mărită. Pentru a spori și mai mult aderența față de suportul peliculei, de multe ori rola de fricțiune se acoperă cu un manșon de cauciuc sau din material plastic a cărui suprafață prezintă o serie de protuberanțe.

Rolele de fricțiune pot fi amplasate fie pe axul superior, ca la mecanismul cu role dințate, fie pe axul inferior. În acest ultim caz

este necesară ca mișcarea să se transmită la axul inferior în interiorul cuvelor, ceea ce prezintă complicații constructive deosebite.

La mecanismul transportor cu fricțiune, distanța l dintre axul superior și cel inferior nu se poate menține constantă din cauza variațiilor forței de întindere a peliculei în timpul funcționării mașinii. De aceea, întotdeauna, pentru a păstra constantă distanța l , cele două axe se fixează în anumite poziții. Totodată, pentru a uniformiza tensiunea de întindere a peliculei pe tot traiectul mașinii, se utilizează diferite dispozitive automate care complică destul de mult acest tip de mecanism.

Mecanismul transportor cu fricțiune este întrebuințat din ce în ce mai mult în practică, în special la mașinile de mare productivitate, datorită importanțelor avantaje pe care le asigură, și anume:

- nu afectează perforațiile, ceea ce permite realizarea unor viteze extrem de ridicate de deplasare a peliculei;
- oferă posibilitatea prelucrării pe aceeași mașină de dezvoltat, a peliculelor cu lățimi diferite.

○ **Menționăm însă că** acest mecanism este mai complicat din punct de vedere constructiv și de aceea necesită o atenție sporită pe linie de exploatare și întreținere.

2. Dulapuri de încărcare și descărcare

a. Dulapuri de încărcare

Dulapul de încărcare este amplasat la intrarea în mașină, între caseta debitoare și prima cuvă de prelucrare. El conține o rezervă de peliculă de prelucrat care alimentează mașina în timpul cît se încarcă o nouă bobină.

În figura 24 este reprezentat schematic principiul de funcționare al unui dulap de încărcare modern, complet automatizat, realizat la noi în țară după o schemă originală a specialiștilor de la Buftea. La partea superioară este prevăzut cu o serie de role ce se rotesc liber pe axele 1, iar la partea inferioară — cu altă serie de role, ce se rotesc de asemenea liber, pe axele 2. Axele inferioare sînt fixate pe un cărucior 3 care este mobil pe verticală. De acest cărucior este fixat cablul 4 care trece peste scripetele 5, avînd la celălalt capăt contragreutatea 6 care compensează în parte greutatea căruciorului.

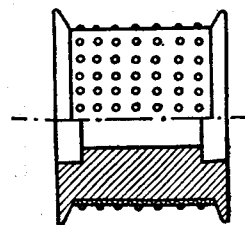


Fig. 23. Rolă de fricțiune (secțiune pe jumătate).

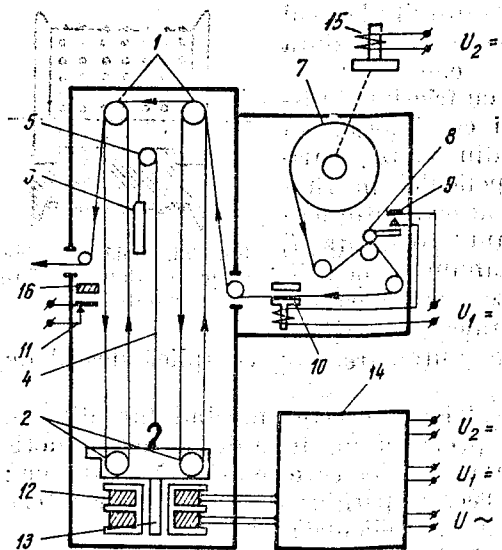


Fig. 24. Schema dulapului de încărcare.

Prin ridicarea căruciorului, bucele respective se micșorează din ce în ce, până la poziția limită de sus (16) a căruciorului. Aceasta durează circa 2 min, timp suficient pentru încărcarea unei alte bobine.

Dacă dintr-un motiv sau altul încărcarea nu s-a făcut, atunci căruciorul acționează contactul electric 11, care oprește mașina.

În cazul încărcării normale, în timp util, căruciorul se ridică, efectuând aproximativ jumătate din cursa sa până la limita superioară. După încărcare se deblochează manual sistemul de blocare 10 și pelicula din caseta debitoare începe să intre în dulapul de încărcare, căruciorul mobil 3 coborînd prin propria greutate din nou în jos și înmagazinînd astfel o nouă rezervă de peliculă.

La partea inferioară a dulapului se găsește un traductor inductiv 12 al cărui miez 13 este acționat de căruciorul 3 cu care face corp comun.

Acest traductor debitează curentul într-un dispozitiv de redresare și amplificare în curent continuu 14, care comandă o frînă electromagnetică 15 ce acționează asupra casetei debitoare.

● Când dulapul a înmagazinat cantitatea de peliculă prevăzută, căruciorul, coborînd în jos acționează, prin introducerea miezului

● Pelicula din caseta debitoare 7 trece printr-un sistem de role 8 care sesizează sfîrșitul bobinei; în acest moment acționează contactul electric 9 care pune în funcțiune un sistem de avertizare sonoră, precum și sistemul de blocare automată a peliculei 10. Acesta reține fixat capătul peliculei, permițînd în acest fel încărcarea și prinderea de el a unei alte bobine.

În acest timp, deoarece în dulapul de încărcare nu mai intră pelicula, iar mașina își continuă mersul normal, căruciorul 3 începe să se ridice, debitînd pelicula înmagazinată în bucele ce înfășoară rolele de pe axele 1 și 2.

magnetic 13, asupra traductorului 12 care începe să debiteze un curent crescînd; după redresare și amplificare, acesta acționează proporțional frîna electromagnetică a casetei debitoare. Astfel se realizează un echilibru între debitul de peliculă ce vine din caseta și cea care iese din dulap înspre cuve, căruciorul rămînînd pe loc, într-o poziție ușor oscilantă, în poziția inferioară, pînă la o nouă încărcare.

b. Dulapuri de descărcare

Dulapul de descărcare este amplasat la ieșirea din mașină, după dulapul de uscare și înainte de rola receptoare. El poate înmagazina o cantitate de peliculă prelucrată, în timpul cît se descarcă caseta receptoare care s-a umplut.

În figura 25 este reprezentat schematic principiul de funcționare al unui astfel de dispozitiv. Pelicula intră în partea superioară și se înfășoară pe o serie de role libere dispuse pe axul superior 1 care este fix și pe axul inferior 2, fixat pe căruciorul 3, acesta fiind mobil pe verticală. După aceasta, pelicula trece peste rola de antrenare cu fricțiune 4 care este antrenată de motorul 5 și se înfășoară în caseta receptoare 6. Motorul 5 acționează totodată și caseta receptoare 6. Motorul 5, cu cuplu variabil, este alimentat prin intermediul reostatului 7 care, la rîndul său, este comandat de cremaliera 8 acționată în sus de deplasarea căruciorului 3 în acest sens, iar în jos — de propria sa greutate, pînă la opritorul 9.

● Sistemul este astfel reglat încît, la mersul normal al mașinii, debitul de peliculă ce intră în dulap este egal cu cel ce iese și se înfășoară în caseta receptoare. În această situație, cuplurile rolei de antrenare 4 și al fricțiunii casetei 6 sînt compensate de cuplul motorului 5 care ia de la moment la moment valoarea necesară datorită reostatului 7, comandat de oscilațiile căruciorului 3 în sus sau în jos.

● Cînd este necesară sau se dorește descărcarea casetei receptoare, se acționează întrerupătorul 10 care oprește

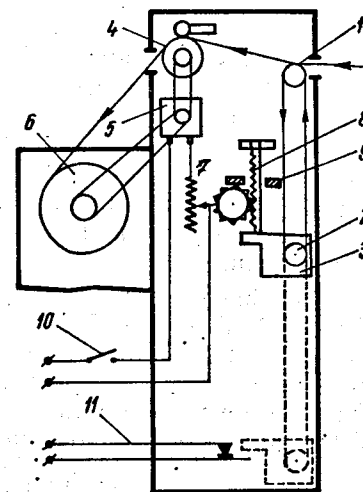


Fig. 25. Schema dulapului de descărcare.

alimentarea motorului 5. Astfel rola de antrenare 4 și tamburul casetei 6, se opresc, caseta plină putînd fi scoasă și înlocuită cu alta goală.

În acest timp, pelicula ce intră în dulap se înmagazinează în buclele dintre rolele de pe axele 1 și 2, căruciorul 3 cu axul inferior coborînd și lungimea buclelor crescînd continuu. Cremaliera coboară și ea pînă la opritorul 9, aducînd reostatul în poziție de rezistență minimă, însă circuitul motorului fiind întrerupt prin deschiderea întrerupătorului 10, acest lucru nu modifică situația.

● După schimbarea casetei, se acționează din nou întrerupătorul 10 care alimentează motorul 5. Acesta pornește cu cuplul maxim, reostatul 7 găsindu-se în poziția de rezistență minimă. Astfel are loc înfășurarea rapidă a peliculei în caseta receptoare, lungimea buclelor scade din ce în ce pînă cînd căruciorul 3 urcînd, începe să acționeze cremaliera 8. Aceasta face să crească valoarea rezistenței introduse în circuitul motorului de reostatul 7, ceea ce determină scăderea cuplului motorului pînă la valoarea de echilibru, după care sistemul funcționează normal, oscilînd ușor în jurul acestei valori.

● În cazul că nu se schimbă caseta receptoare în timp util sau se dorește oprirea mașinii, atunci nu se mai închide întrerupătorul 10. În această situație căruciorul 3 coboară pînă jos, unde acționează întrerupătorul 11 care deconectează mașina, oprind-o.

3. Cuvele mașinii de dezvoltat și bazinele pentru soluții

a. Cuvele

● Cuvele mașinii de dezvoltat în care se află soluțiile chimice și apa de spălare au formă paralelipipedică, iar dimensiunile lor depind de cerințele tehnologice ale procedurii de prelucrare pentru care sînt destinate.

Înălțimea cuvelor este de circa 1,8—2,0 m, lungimea lor depinde de numărul de axe din cuva respectivă, iar lățimea este în funcție de numărul de bucle pe ax. Astfel, există cuve de dimensiuni reduse pentru un singur ax pe care se află doar trei bucle, după cum la mașinile de mare productivitate se pot întîlni cuve de mare capacitate, în care se află de exemplu trei axe cu cîte 10 bucle fiecare.

● Cuvele mașinilor moderne de dezvoltat se confecționează din viniplast sau din oțel inoxidabil și mai rar din alte materiale. Important este ca aceste materiale să reziste la acțiunea chimică a solu-

țiilor chimice de prelucrare și în special a soluției de înălbire, care este deosebit de corosivă.

Cuvele din viniplast, care se utilizează pe scară foarte largă, se execută din plăci stratificate de diferite grosimi, prin sudare cu aer fierbinte. În figura 26 este prezentată construcția unei cuve standard confecționată din viniplast, destinată soluției de revelator. Grosimea plăcilor pentru pereți este de 10—12 mm, iar a plăcii de la fundul cuvei — de 15—20 mm. Pentru a mări rezistența la presiunea hidrostatică a soluției și a preîntîmpina astfel eventualele deformări, cuva este întărită cu centuri din viniplast.

În ultimii ani au început să se întrebuițeze din ce în ce mai mult cuve confecționate din oțel inoxidabil, care se execută prin fîltuire și sudare din plăci de dimensiuni corespunzătoare. Aceste cuve sînt deosebit de rezistente, însă costul lor este mai ridicat.

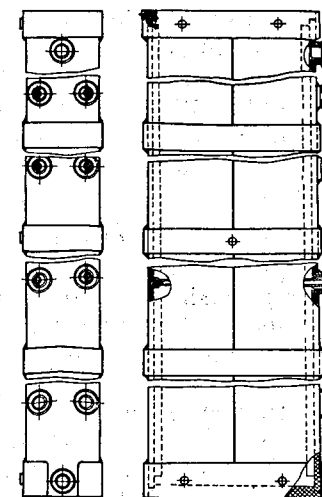


Fig. 26. Cuvă din viniplast pentru revelator.

b. Bazinele

● Bazinele de presiune sînt vase de formă cilindrică sau paralelipipedică, în care se află soluțiile de compensare ce alimentează mașinile de dezvoltat. Ele se confecționează din material plastic, în special din viniplast, și sînt prevăzute cu capace etanșe pentru a micșora oxidarea și a exclude impurificarea soluțiilor.

Bazinele de presiune se montează de regulă deasupra mașinilor de dezvoltat, pentru ca soluția de compensare să ajungă prin cădere liberă în dozatori.

Aceste bazine se alimentează periodic cu soluție de compensare cu ajutorul electropompelor. În figura 27 este prezentată schema

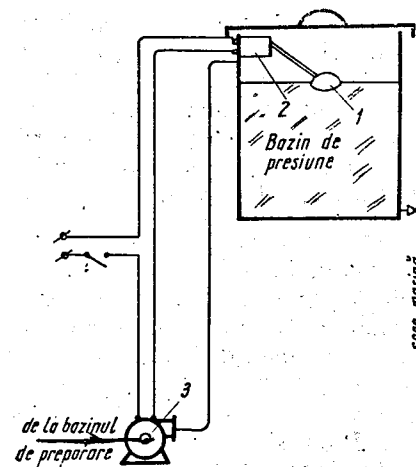


Fig. 27. Schema instalației de alimentare a bazinelor de presiune, cu oprire automată a electropompei.

instalației de alimentare a unui bazin de presiune. Conform acestei scheme, în bazinul de presiune se montează un plutitor 1 care se ridică odată cu creșterea nivelului soluției, iar în momentul umplerii bazinului întrerupe contactul electric 2 care oprește automat electropompa 3. În acest fel se exclude posibilitatea deversării și pierderii de soluții, precum și necesitatea supravegherii pompei de alimentare.

● **Bazinele de evacuare** sînt vase similare bazinelor de presiune din punctul de vedere al caracteristicilor. Ele se montează în apropierea mașinilor de dezvoltat și servesc la evacuarea soluțiilor de prelucrare din cuve atunci cînd necesitățile o cer. *Evacuarea soluțiilor se face prin cădere liberă* (atunci cînd bazinele se află sub nivelul mașinilor) sau *cu ajutorul pompelor* (cînd bazinele se găsesc la același nivel). Scoaterea soluțiilor din mașini se efectuează cu ocazia reviziilor sau în alte cazuri cînd este necesar să se execute anumite lucrări în interiorul cuvelor (curățire, reparații la mecanismul transportor, zgîrieturi datorită unor corpuri străine etc.).

După terminarea lucrărilor, soluțiile se reintroduc în cuvele mașinii de dezvoltat cu ajutorul electropompelor.

4. Dispozitive de dozare

Dispozitivele de dozare, sau mai simplu dozatorii, asigură introducerea în cuvele mașinii de dezvoltat, periodic sau în mod continuu, a unor cantități bine stabilite de soluții de compensare.

În practică se utilizează numeroase tipuri de dozatori, care au la bază diferite principii de funcționare. În continuare vom descrie pe scurt dozatorii care au căpătat întrebuințarea cea mai largă, și anume, *dozatorii mecanici, dozatorii electromagnetici, dozatori cu rotametrul și dozatorii-micropompe*.

● **Dozatorii mecanici** funcționează periodic, introducînd în mașină la intervale egale de timp doze cu volum precis de soluție de compensare. Poartă această denumire întrucît acționarea acestor dozatori se face pe cale mecanică, de la mecanismul transportor al mașinii.

În figura 28 este prezentată *schema de principiu a unui dozator mecanic cu care sînt echipate mașinile 10-P-30 din laboratorul Buftea*. Corpul acestuia este format dintr-un cilindru transparent 1 confecționat din sticlă sau plexiglas, în care se află o țevă 2 din viniplast pentru evacuarea aerului. La capătul țevii este montat clopotul 3, în interiorul căruia se află plutitorul de cauciuc 4. Țeava împreună

cu clopotul și plutitorul se poate ridica sau coborî, ceea ce duce la modificarea volumului dozei. Discul excentric 5, acționat de mecanismul transportor al mașinii de dezvoltat, închide și deschide periodic accesul și evacuarea soluției de compensare. Acest lucru se realizează prin intermediul presorilor 6 și 7, care strângulează pe rînd furtunurile de cauciuc 8 și 9.

Dozatorul funcționează în patru timpi astfel :

— *timpul I* — accesul deschis și evacuarea închisă. Soluția de compensare pătrunde în dozator și ridică plutitorul 4, care închide ieșirea aerului. În acest fel soluția se ridică pînă la partea superioară a clopotului 3;

— *timpul II* — accesul și evacuarea închise;

— *timpul III* — accesul închis și evacuarea deschisă. Doza din corpul dozatorului pătrunde în mașină.

— *timpul IV* — accesul și evacuarea închise.

Este necesar să se țină seama că numărul dozelor evacuate în unitatea de timp se modifică odată cu schimbarea vitezei mașinii.

Dozatorul mecanic prezintă avantajul că dozarea se întrerupe odată cu oprirea mașinii de dezvoltat. El este însă nesigur în exploatare, datorită uzurii rapide a furtunurilor de cauciuc.

● **Dozatorii electromagnetici** funcționează de asemenea periodic, acționarea lor făcîndu-se pe cale electromagnetică. Impulsurile electrice pentru declanșarea accesului și evacuării soluției de compensare se primesc fie de la mecanismul transportor al mașinii, fie de la un emițător separat de impulsuri.

În figura 29 este redată *schema de principiu a dozatorului electromagnetic folosit la mașinile de dezvoltat A.R.I.*

Acest dozator constă dintr-un corp cilindric din material plastic 1, în interiorul căruia se află două supape 2 și 3 montate rigid pe tija 4. Această tijă este acționată de electromagnetul 5 și închide și deschide pe rînd accesul și evacuarea soluției de compensare. Conductele 6 și 7 servesc la introducerea soluției în corpul dozatorului și respectiv la transportul acesteia în mașina de dezvoltat.

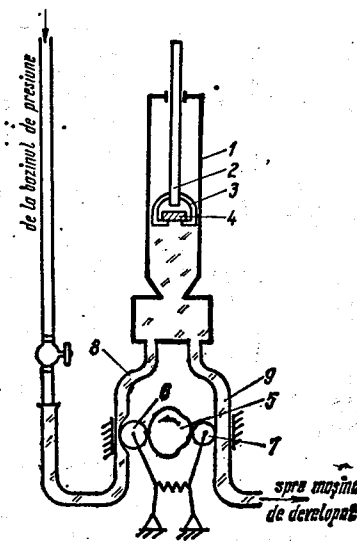


Fig. 28. Schema de principiu a dozatorului mecanic.

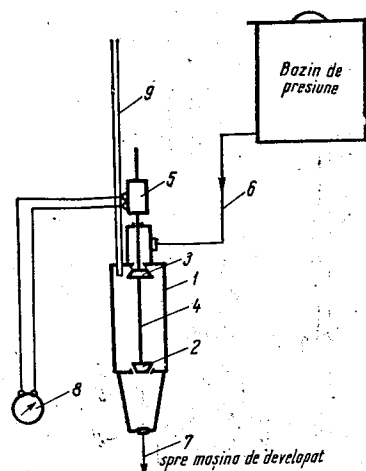


Fig. 29. Schema de principiu a dozatorului electromagnetic.

Pentru buna sa funcționare, dozatorul este prevăzut cu țeava de aerisire 9, care trebuie să aibă o înălțime mai mare decât nivelul soluției în bazinul de presiune. În caz contrar, prin această țeavă soluția de compensare se va scurge în exterior la fiecare umplere a dozatorului.

După cum reiese din cele arătate mai sus, la acest dozator volumul dozei este constant, modificarea vitezei de dozare efectuându-se prin schimbarea numărului de impulsuri în unitatea de timp.

Dozatorul electromagnetic ARRI este robust și dă rezultate bune în exploatare.

În laboratorul Buftea a fost proiectat și pus în funcțiune cu rezultate excelente de către ing. I. Licurg un tip perfecționat de dozator electromagnetic cu comandă electronică, care este însă mai complicat.

● **Dozatorii cu rotametrul** funcționează în mod continuu și sînt foarte simpli din punct de vedere constructiv. Acest dozator (fig. 30) se compune dintr-un vas transparent gradat 1, ce are formă de trunchi de con, fiind de fapt un rotametrul în miniatură. În interiorul vasului se află un miez metalic confecționat din oțel inoxidabil — 2. Soluția de compensare se scurge din bazinul de presiune 3 prin conductorul 4 și pătrunde în corpul dozatorului 1. În funcție de debit, soluția ridică mai mult sau mai puțin miezul metalic, viteza de

dozare putînd fi citită direct pe corpul gradat al dozatorului. Reglarea dozării se face cu ajutorul robinetului 5.

○ **Notă.** La folosirea acestui tip de dozator, soluțiile de compensare trebuie să fie bine filtrate, deoarece impuritățile pot deregla buna lui funcționare. De asemenea, se impune ca nivelul soluției în bazinul de presiune să se mențină constant în permanență.

● **Dozatorii-micropompe** sînt de fapt, așa cum reiese și din denumire, niște pompe speciale cu debit foarte redus (10—100 l/h) care introduc sub presiune, în mod continuu, soluție de compensare în cuvele mașinii de dezvoltat.

Acest tip de dozatori prezintă avantajul că bazinele cu soluție de compensare nu trebuie ridicate la înălțime, ci pot fi amplasate la nivelul cuvelor mașinii de dezvoltat.

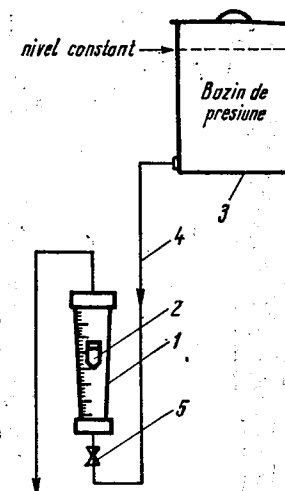


Fig. 30. Schema de principiu a dozatorului cu rotametrul.

5. Instalații pentru termostatarea soluțiilor

Pentru a obține rezultate fotografice superioare și stabile, temperatura soluțiilor de prelucrare trebuie să fie menținută constantă în limitele toleranțelor admisibile, care sînt deosebit de strînse în special la revelator ($\Delta T = \pm 0,1 \dots 0,5^\circ \text{C}$).

Reglarea temperaturii soluțiilor se realizează cu ajutorul instalației de termostatare, în care rolul principal îl are un schimbător de căldură, denumit *termostat*.

● **Termostatul** este un recipient, confecționat de obicei din oțel inoxidabil și, mai rar, din material plastic (pentru înălbire), prin care circulă în mod continuu soluția de prelucrare. În interiorul termostatului se află de regulă doi agenți termici, unul de răcire și altul de încălzire, care acționează pe rînd asupra soluției, modificîndu-i temperatura. Pentru răcire se utilizează apa rece, care circulă periodic printr-o serpentină, iar pentru încălzire se folosește o rezistență electrică. În unele cazuri, cînd temperatura soluțiilor este mai coborîtă ($18-20^\circ \text{C}$) se lucrează doar cu agentul de răcire, încălzirea soluțiilor fiind făcută de mediul ambiant (temperatura încăperii $24-30^\circ \text{C}$). La procesele de prelucrare în soluții cu temperaturi

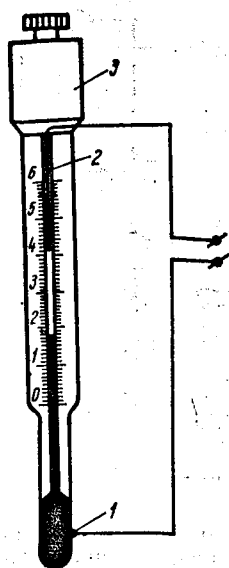


Fig. 31. Termometrul cu contact electric.

declanșează în același timp intrarea apei reci în termostat. Dacă temperatura soluției începe să scadă, contactul electric dintre mercur și firul metalic se desface, ceea ce duce la oprirea circulației apei reci și la conectarea rezistenței electrice de încălzire.

Din cele de mai sus rezultă că termometrul cu contact acționează direct asupra celor doi agenți termici, fără să fie nevoie de alte instalații suplimentare. Remarcăm de asemenea ca un dezavantaj faptul că între cele două comenzi (pentru răcire și încălzire) nu există pauză.

Termomotorul cu rezistență electrică formează unul din brațele unei punți de tipul Wheatstone (fig. 32). Acest termometru (1), a cărui rezistență R_x variază cu temperatura, este amplasat în cuva cu soluție. În situația de echilibru

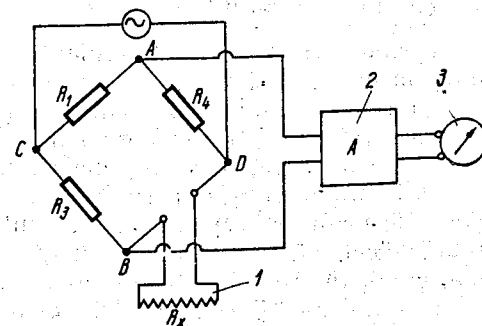


Fig. 32. Punte cu termometru de rezistență.

ridicate ($35-40^{\circ}\text{C}$), cum ar fi de exemplu procesul E C N II-Kodak, în termostate se efectuează numai încălzirea, soluțiile fiind răcite de temperatura atmosferei înconjurătoare.

Intrarea în funcțiune, după caz, a agenților termici este comandată de un instrument de indicare a temperaturii direct sau printr-un bloc special de reglaj. Ca instrumente de măsurare a temperaturii și de declanșare a comenzilor se folosesc în practică termometrele cu contact și termometrele cu rezistență electrică.

Termometrul cu contact este un termometru special cu mercur (fig. 31) prevăzut cu două contacte aflate într-un circuit electric. Unul dintre contacte este introdus în rezervorul cu mercur 1, iar al doilea contact, 2, este mobil și se află în interiorul tubului capilar. Firul metalic, care reprezintă al doilea contact, poate fi fixat la temperatura necesară, prin coborire sau ridicare, cu ajutorul dispozitivului magnetic 3. În momentul când soluția ajunge la temperatura limită, mercurul intră în contact cu firul metalic, se conectează circuitul electric, se oprește rezistența electrică de încălzire și se

a punții ($R_1 \cdot R_x = R_3 \cdot R_4$), între punctele A și B nu circulă curent electric. În momentul în care R_x își modifică valoarea ca urmare a schimbării temperaturii, condiția de echilibru nu se mai respectă, iar între punctele A și B apare un curent proporțional cu variația valorii R_x . Acest curent este amplificat de amplificatorul 2 și ajunge apoi în galvanometrul 3 a cărui scală poate fi gradată direct în grade Celsius.

● În figura 33 este prezentată schema unei instalații de termostatare cu reglare automată a temperaturii în care se utilizează ca instrument de măsură și comandă termometrul cu rezistență electrică.

În această instalație, termometrul cu rezistență 1, aflat în cuva cu soluție 2, transmite indicațiile prin puntea 3, în blocul pentru indicarea și reglarea temperaturii 4. Când acul indicator 5 din acest bloc ajunge la limita superioară a temperaturii (fixată în prealabil), se închide contactul 6 care conectează circuitul electric ce deschide

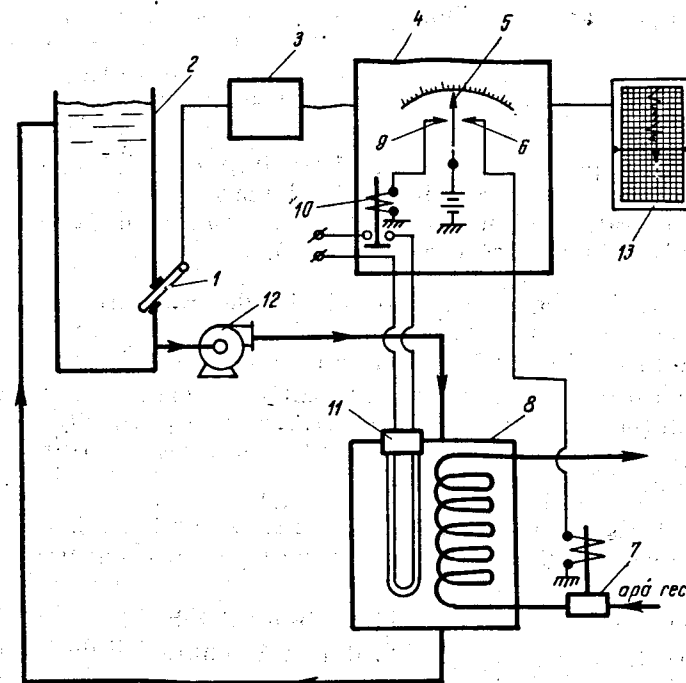


Fig. 33. Schema instalației de termostatare cu reglare automată a temperaturii soluției.

electrovana 7. În acest moment, prin electrovană începe să pătrundă apă rece în termostatul 8. Imediat ce temperatura începe să scadă, contactul 6 se desface, ceea ce provoacă închiderea electrovanei și deci oprirea apei reci.

Dacă temperatura soluției scade și mai mult, acul indicator 5 ajunge la limita inferioară, se închide contactul 9 care trimite curent în circuitul electric din releul 10. Acest releu conectează rezistența electrică 11 care declanșează încălzirea soluției. Când temperatura începe să crească, contactul 9 se desface, iar releul 10 deconectează rezistența 11.

În tot acest timp, electropompa 12 efectuează circulația permanentă a soluției prin termostat, iar instalația 13 înregistrează grafic modul cum evoluează valoarea temperaturii.

Această instalație de termostatare este superioară celei cu termometru cu contact, deoarece asigură o pauză între intrările în funcție ale celor doi agenți termici, fapt ce determină o menținere mai precisă a temperaturii soluțiilor.

6. Instalații pentru filtrarea soluțiilor

Soluțiile de prelucrare trebuie să fie limpezi, adică să nu conțină impurități în suspensie care împiedică buna desfășurare a proceselor chimico-fotografice (impuritățile aderă la suprafețele peliculei, colorează emulsia, îngreuiază circulația etc.).

De aceea, este necesar ca toate soluțiile de prelucrare să fie supuse în mod continuu sau periodic operației de curățire, care se face de cele mai multe ori prin filtrare și mai rar prin centrifugare.

Pentru filtrare se utilizează dispozitive speciale, denumite filtre, în care soluția este curățită prin trecerea ei prin diferite materiale, cum ar fi țesături din bumbac sau din fibre sintetice, șpan din materiale plastice și altele.

○ **Atenție!** Este contraindicată folosirea acelor materiale care sînt atacate de către soluțiile chimice, ca de exemplu țesăturile din lînă sau din mătase naturală.

Filtrele se montează de obicei în circuitul soluțiilor de prelucrare și se mențin în funcție pînă cînd, datorită acumulării de impurități, debitul măsurat cu rotometrul scade sub o anumită limită. În acel moment filtrul se demontează, se curăță și apoi se remontează în circuitul soluției.

● Un exemplu de filtru este cel redat în figura 34, la care în calitate de material filtrant se utilizează șpanul de viniplast. Acest filtru este format din corpul din viniplast 1, cu capace demontabile 2, în interior aflîndu-se două pahare 3 și 4 cu pereții perforați. Paharele sînt îmbrăcate într-un sac 7 executat din bumbac sau fibre sintetice. Soluția pătrunde prin ștuțul 5, trece prin paharul 3, străbate pereții perforați și sacul de filtrare 7. Apoi, soluția trece prin șpanul de viniplast aflat în corpul filtrului, intră în paharul 4 și iese în exterior prin ștuțul 6.

● Un alt filtru cu eficiență foarte bună și comod în exploatare este filtrul cilindric cu cartuș filtrant textil (fig. 35), proiectat și construit în cadrul Laboratorului de cercetare al Centralei Româniafilms de ing. I. Licurg.

Filtrul menționat se compune din corpul 1 prevăzut cu ștuțul de intrare 2 și ștuțul de ieșire 3, în care se înșurubează caseta 4, purtătoare a cartușului filtrant 5. Acest cartuș filtrant se realizează pe un segment perforat de țevă 6, pe care se bobinează în cantitate mare fir de bumbac albit.

Soluția intră sub presiune prin ștuțul 2, străbate cartușul filtrant 5 și țeava 6, iar apoi iese prin ștuțul 3.

Cînd debitul soluției scade sub 25% din valoarea inițială, filtrul se scoate din circuit, se deșurubează caseta 4 și se extrage cartușul filtrant care se curăță sau se înlocuiește.

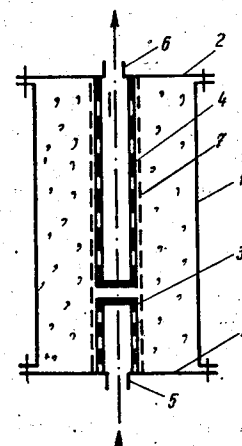


Fig. 34. Schema filtrului cu șpan de viniplast.

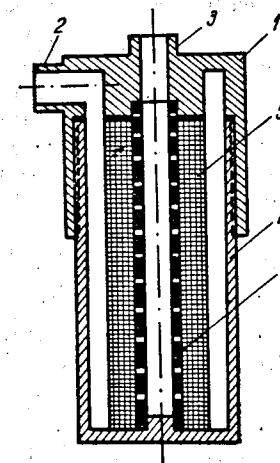


Fig. 35. Filtrul cilindric cu cartuș filtrant textil.

● Firma ARRI echipează mașinile de developat pe care le produce cu un dispozitiv special în care se efectuează concomitent atât **termostatarea** cât și **filtrarea**. Operația de filtrare se realizează în acest caz cu ajutorul unui cilindru perforat îmbrăcat într-un material textil confecționat din fibre sintetice, plasat în același vas în care are loc și **termostatarea**.

7. Instalații pentru uscarea peliculei

Procesul de uscare este ultima fază a prelucrării peliculei și constă în îndepărtarea apei de pe suprafețele acesteia și în special din emulsie.

În regimul industrial de prelucrare, uscarea peliculei se realizează într-un dulap special prin care circulă un curent de aer. Prin același dulap se deplasează pelicula, care trece peste o serie de role formînd mai multe bucle.

Ca **agent de uscare** se utilizează aer condiționat, adică aer care este pregătit în prealabil prin filtrare și reglarea parametrilor săi principali, temperatura și umiditatea relativă.

Pentru a evita uscarea insuficientă (se lipsesc buclele peliculei) sau suprauscarea (pelicula se scorojește), este necesar să se utilizeze aer cu temperatura de 25–30°C și cu umiditatea relativă de $\varphi = 50-60\%$, iar durata procesului trebuie să fie optimă.

Dacă pelicula intră în dulap cu picături de apă pe emulsie, în timpul procesului de uscare se formează niște pete albicioase ca urmare a cristalizării resturilor de săruri din apă și chiar a apariției unor diferențe de densitate. Pentru a exclude formarea acestor pete, pelicula este uneori tratată în faza finală a prelucrării cu soluții diluate de detergenți. De asemenea este indicat să se întrebuințeze dispozitive mecanice de îndepărtare a picăturilor de pe suprafețele peliculei (suflători, role presoare etc.) înainte de dulapul de uscare.

La mașinile de developat se utilizează două **procedee de uscare**, care se deosebesc prin modul în care se efectuează pregătirea și circulația aerului, și anume: **în circuit deschis** și **în circuit închis**.

● **Uscarea în circuit deschis** se caracterizează prin faptul că aerul se ia în întregime din mediul ambiant, după care este filtrat și încălzit și apoi se introduce în dulapul de uscare. După utilizare, aerul umed este evacuat în exterior.

● **Uscarea în circuit închis** se realizează practic cu același aer. El este mai întâi filtrat și condiționat (i se reglează temperatura și umiditatea), apoi parcurge dulapul de uscare, după care este trimis din nou în sistemul de condiționare. În continuare ciclul se repetă.

Vom descrie în cele ce urmează două **variante de realizare tehnologică a procesului de uscare în circuit închis** la mașinile de developat.

În **varianta I**, redată schematic în figura 36, ventilatorul 1 absoarbe aerul umed din dulapul de uscare 2 și îl trimite în condiționatorul 3. Debitul aerului se reglează prin intermediul clapetei 4. În condiționator, aerul parcurge mai întâi camera 5, unde cu ajutorul unor jeturi de apă rece (8–12°C) este răcit și uscat. Datorită scăderii temperaturii, surplusul de vapori de apă condensează, ceea ce provoacă micșorarea umidității relative a aerului. Aerul trece în continuare printr-un sistem de șicane care rețin picăturile, după care ajunge în camera 6 unde se încălzește cu ajutorul unor rezistențe electrice 7, pînă la temperatura prescrisă, intrînd apoi în dulapul de uscare.

În **varianta a II-a**, prezentată în figura 37, ventilatorul 1 absoarbe aerul umed din dulapul 2, după care o parte din el intră în camera 3, unde se află instalația de răcire 4. Aici aerul se răcește și se usucă. La ieșire, acest aer uscat se amestecă cu cea de-a doua parte de aer umed, care a ocolit camera de răcire. Amestecul poate fi dozat cu ajutorul clapetei 5, reglîndu-se astfel umiditatea relativă a aerului de uscare. În continuare, aerul ajunge în camera 6, unde se încălzește traversînd caloriferul 7, după care intră în dulapul de uscare 2.

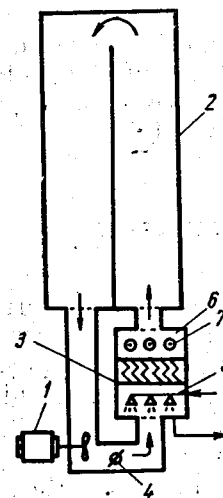


Fig. 36. Schema instalației de uscare în circuit închis — varianta I.

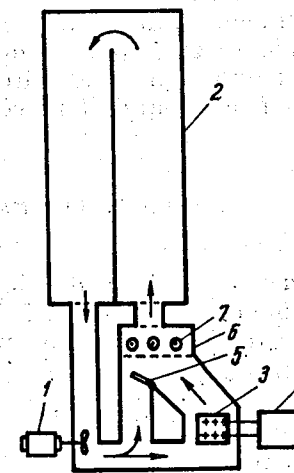


Fig. 37. Schema instalației de uscare în circuit închis — varianta II.

● **Reglarea automată a umidității aerului.** Mașinile moderne de dezvoltat sunt dotate cu instalații de condiționare a aerului complet automatizate, care reglează cu precizie temperatura și umiditatea relativă la valorile stabilite.

Instalația de menținere constantă a umidității relative a aerului constă dintr-un *higrostat* aflat în dulapul de uscare care acționează prin elemente de comandă asupra sistemului de răcire.

Pentru reglarea automată a temperaturii comenzile sunt emise de un termometru care conectează sau deconectează după caz rezistențele electrice de încălzire.

● La mașinile moderne de dezvoltat se întrebuintează **uscarea cu jeturi de aer**, care mărește substanțial viteza procesului. Aerul condiționat este trimis sub presiune la suprafața emulsiei prin niște orificii plasate pe tot traseul peliculei, ceea ce reduce simțitor durata uscării.

○ **Notă.** În dulapurile de uscare, la trecerea peliculei peste role se pot acumula importante sarcini electrostatice care atrag praful din atmosferă. Pentru preîntâmpinarea acestui neajuns, se montează *dispozitive* speciale denumite *antistatice*, printre buclele peliculei din dulapul de uscare. Aceste dispozitive sunt niște bastoane confecționate din materiale izolante, pe care se află o serie de virfuri metalice conectate la un curent de înaltă tensiune (circa 6 000 V) însă de intensitate foarte scăzută (câțiva microamperi). Aerul din dulap este ionizat și devine bun conducător de electricitate, ceea ce provoacă scurgerea la masă a sarcinilor electrostatice formate.

C. EXPLOATAREA MAȘINILOR DE DEVELOPAT

● **Instalarea.** Mașinile de dezvoltat se instalează în încăperi special amenajate în acest scop. Pereții și pardoseala acestor încăperi trebuie să fie acoperite cu un strat hidroizolant din bitum sau rășini sintetice pentru protecția împotriva acțiunii corosive a soluțiilor chimice și îndeosebi a efectului distrugător cauzat materialelor de construcție de tiosulfatul de sodiu. Este necesar de asemenea să existe alimentare cu apă rece și caldă, sifon de scurgere la canalizare și o foarte bună ventilație cu aer condiționat în circuit deschis.

Mașinile de dezvoltat pot fi montate la un singur nivel cu toate anexele respective sau la două nivele, în care caz cuvele și dulapurile se instalează la etaj, iar instalațiile anexe la parter.

La mașinile de construcție mai vechi, prima parte a prelucrării chimico-fotografice (developare, fixare) se efectuează în camere obscure, separate prin pereți despărțitori de partea de la lumină a mașinii, unde se realizează ultimele faze ale prelucrării (spălare, uscare). Mașinile moderne funcționează integral la lumină, datorită obscurizării cuvelor cu capace etanșe.

● **În timpul exploatării mașinilor de dezvoltat se efectuează următoarele operații tehnologice principale:**

— după montare sau revizii generale se încarcă cuvele mașinii cu pilot și cu soluții de prelucrare; pilotul este o peliculă transparentă de racord de care se va atașa materialul de prelucrat;

— se pun în funcțiune pompele de circulație a soluțiilor, pentru agitare, termostatare și filtrare;

— se dă drumul la apă pentru toate spălările, controlând eficiența acestora;

— se pun în funcție ventilatorul pentru aerul de uscare, instalația de condiționare și suflătorii de picături;

— se controlează cu cozi de peliculă dacă mașina zgiră suprafețele sau forțează perforațiile;

— se controlează cu viteza foarte redusă pe derulator la lumină inactivă, pelicula ce va fi supusă prelucrării, verificându-se dacă nu există rupturi sau perforații plesnite;

— se fixează timpul de dezvoltare pentru primul material;

— dacă temperaturile soluțiilor, parametrii aerului de uscare și rezultatele controlului chimico-sensitometric sunt corecte, se încarcă în caseta debitoare prima bobină de peliculă;

— se declanșează sistemul de dozare și se dă drumul la mașină;

— se supraveghează permanent buna funcționare a mașinii, inclusiv a tuturor instalațiilor anexe;

— se descarcă bobina din caseta receptoare.

În continuare, se încarcă pe rând bobinele următoare de peliculă, modificându-se — dacă este cazul — timpul de dezvoltare. Periodic, se introduc prin mașină sensitograme pentru controlul sensitometric și se iau probe de soluții pentru controlul chimic.

● Pentru asigurarea unei bune funcționări electromecanice, mașinile de dezvoltat sunt supuse unor **verificări periodice**.

Controlul zilnic, ce se execută înainte de începerea lucrului de către personalul de întreținere ajutat de cel de exploatare, constă în verificarea funcționării mașinilor și a anexelor acestora, efectuându-se cu această ocazie mici lucrări ca reglări, gresări, remedieri a unor defecțiuni etc.

Reviziile periodice, ce se fac de obicei lunar și durează 2—3 zile, cuprind coborîrea soluțiilor în bazinele de evacuare, curățirea cuvelor, termostaterelor și filtrelor cu soluții acide pentru îndepărtarea depunerilor, controlul principalelor piese și înlocuirea celor uzate.

Reviziile generale se execută anual timp de 10—15 zile și cuprind pe lângă lucrările de la reviziile periodice, demontarea și verificarea tuturor mecanismelor, dispozitivelor și instalațiilor mașinii; cu această ocazie se înlocuiesc toate piesele uzate ce nu oferă garanții de bună funcționare pînă la revizia generală următoare.

D. TIPURI DE MAȘINI DE DEVELOPAT

În momentul de față există pe plan mondial un însemnat număr de întreprinderi specializate, care fabrică o mare diversitate de tipuri de mașini de dezvoltat. La acestea se adaugă un număr însemnat de laboratoare de prelucrare a peliculei care își construiesc cu forțe proprii mașinile de dezvoltat necesare.

La noi în țară funcționează în laboratoarele cinematografiei și televiziunii circa 20 de mașini de dezvoltat, dintre care o parte sînt produse de firme din R. F. Germania, URSS și SUA, restul fiind proiectate și construite de specialiști români care lucrează în acest domeniu.

În cele ce urmează vom descrie pe scurt mașinile de dezvoltat mai reprezentative care se utilizează în prezent în țara noastră.

1. Mașina ARRI C II

Mașina ARRI C II (fabricată de firma Arnold & Richter din RFG) (fig. 38) este elaborată pentru prelucrarea peliculelor de 35 mm negativ color Eastman—Kodak tip 5254 și Intermediate Eastman Kodak tip 5253 și se află în laboratorul Bufta.

Are următoarele *caracteristici principale*:

- antrenarea peliculei — cu role dințate;
- productivitate maximă: 1 560 m/h;
- lucrează la lumină, cuvele fiind închise etanș;
- lungimea totală a peliculei în mașină: 1 100 m;
- pelicula formează 10 bucle pe ax în cuve;
- agitarea revelatorului — cu jeturi;
- are numai dulap de încărcare;

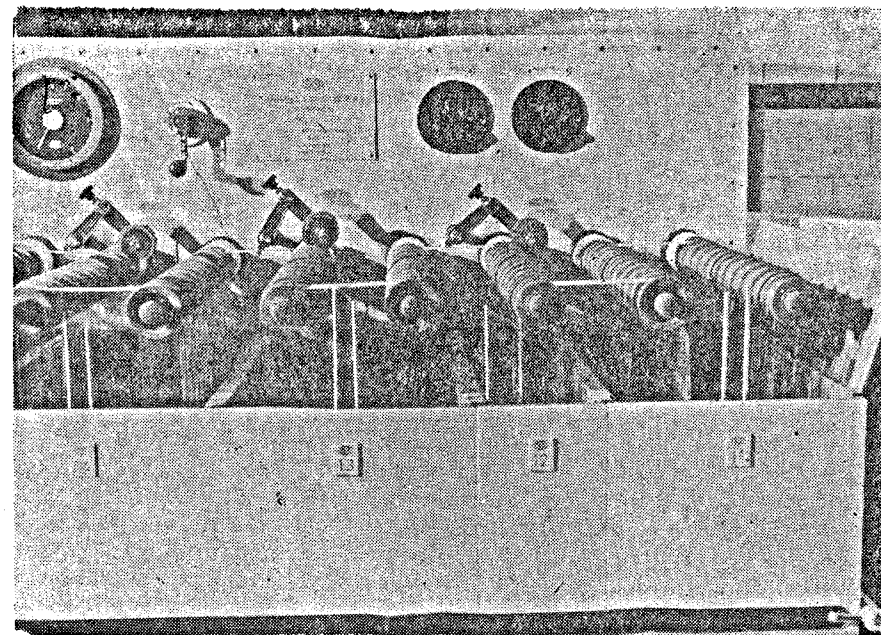


Fig. 38. Mașina de dezvoltat ARRI C II (detaliu).

- termostatare — cu doi agenți termici (apă rece și rezistență electrică) concomitent cu filtrarea, în același dispozitiv;
- dozatori electromagnetici cu volum constant al dozei și număr variabil de impulsuri;
- uscare în circuit închis, răcirea aerului — cu instalație frigorifică (varianta II).

2. Mașina ARRIMAT III

Mașina ARRIMAT III (fabricată de firma Arnold & Richter din RFG) se utilizează în laboratorul Bufta pentru prelucrarea peliculelor de 35 mm negativ, dup-pozitiv și dup-negativ alb-negru.

Particularitatea principală a acestei mașini este că întreaga prelucrare umează se face în jeturi care acționează în gaz inert sau în aer, cuvele fiind umplute numai la 1/3 din volumul lor. Poate funcționa și în sistem clasic, caz în care jeturile se află sub lichid.

Prezintă următoarele *caracteristici* :

- antrenarea peliculei — cu role dințate ;
- productivitate maximă : 1 400 m/h ;
- lucrează la lumină, cuvele fiind etanșe ;
- lungimea totală a peliculei în mașină : 670 m ;
- pelicula formează 10 bucle pe ax în cuve ;
- are dulapuri de încărcare și descărcare ;
- termostatare cu doi agenți termici, concomitent cu filtrarea în același dispozitiv ;
- dozatori cu rotametrul ;
- uscare în circuit închis, răcirea aerului — cu instalație frigorifică.

3. Mașina ARRIBLOC-400

Mașina *ARRIBLOC-400* (fabricată tot de firma Arnold & Richter din RFG) se întrebuințează în laboratorul Televiziunii pentru prelucrarea peliculelor reversibile alb-negru de 16 mm.

Mașina este foarte compactă, datorită mecanismului transportor care are formă de „U”.

Are următoarele *caracteristici* :

- antrenarea peliculei — cu role dințate ;
- productivitate redusă, de circa 400 m/h ;
- lucrează la lumină, cuvele fiind închise etanș ;
- lungimea totală a peliculei în mașină 132 m ;
- pelicula formează 7 bucle pe ax în cuve ;
- nu are dulapuri de încărcare și descărcare ;
- agitare individuală în fiecare cuvă cu ajutorul unui motoras cu elice ;
- termostatare individuală în fiecare cuvă, prin serpentine cu apă rece și apă caldă ;
- dozatori cu rotametrul, vasele cu soluții de compensare fiind amplasate chiar pe mașină ;
- uscare în circuit deschis, deci numai cu încălzire a aerului și fără condiționare.

4. Mașina ARRIBLOC COLOR 3 TV

Mașina *ARRIBLOC COLOR 3 TV* (fabricată de firma Arnold & Richter din RFG) (fig. 39) se află în laboratorul Televiziunii și prelucraază pelicule reversibile color Gevachrome II de 16 mm.

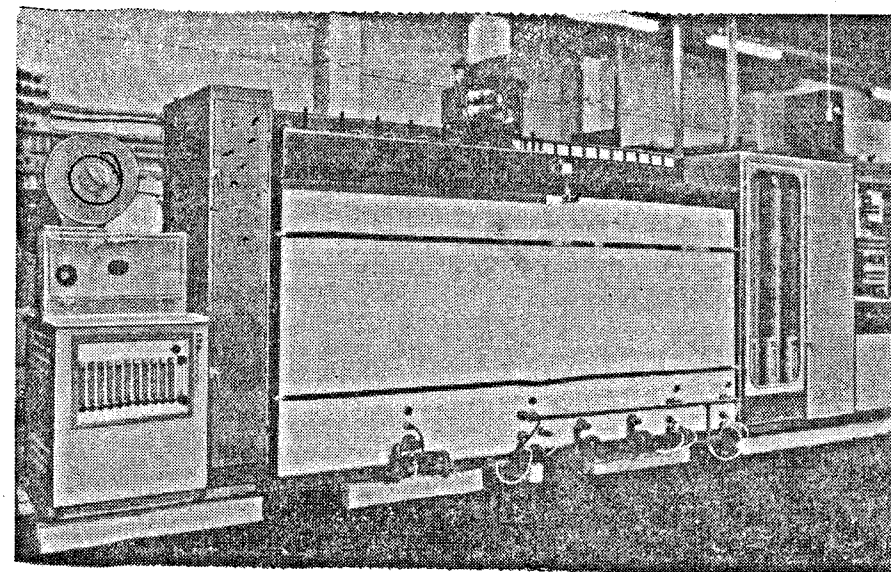


Fig. 39. Mașina de dezvoltat ARRIBLOC COLOR 3 TV.

Prezintă următoarele *caracteristici* :

- antrenarea peliculei — cu role dințate ;
- productivitate : 1 050 m/h ;
- lucrează la lumină, cuvele fiind închise etanș ;
- lungimea totală a peliculei în mașină : circa 500 m ;
- pelicula formează 12 bucle pe ax în cuve ;
- agitarea revelatorului — cu jeturi ;
- este prevăzută cu dulapuri de încărcare și descărcare ;
- termostatare numai prin încălzire, deoarece soluțiile lucrează la temperaturi ridicate ;
- dozarea este realizată cu dozatori cu rotametrul ;
- uscarea în circuit deschis, efectuându-se numai încălzirea aerului cu rezistențe electrice.

5. Mașina K II 35-28D

Mașina *K II 35-28 D* (fabricată de firma Houston din SUA) (fig. 40) a fost importată și montată în 1976 la laboratorul Buftea pentru prelucrarea peliculei negativ color ECN II-Kodak atit de 16 mm (tip 7247), cit și de 35 mm (tip 5247).

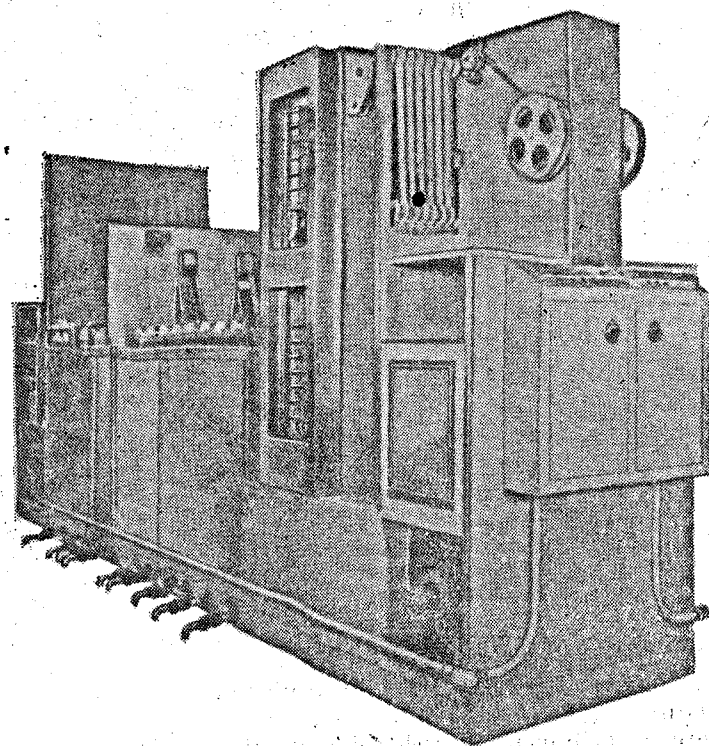


Fig. 40. Mașina de dezvoltat HOUSTON tip K II 35-28 D.

Este o mașină cu două laturi, spre deosebire de toate mașinile prezentate mai sus, care sînt cu o singură latură.

Are următoarele *caracteristici principale*:

- antrenarea peliculei — cu role de fricțiune;
- productivitate: 510 m/h pentru fiecare latură, deci în total 1 020 m/h;
- lucrează la lumină, cuvele fiind etanșe;
- lungimea totală a peliculei în mașină: 366 m;
- pelicula formează 5 bucle pe ax în cuve;
- agitare foarte intensă a revelatorului în jeturi;
- are dulapuri de încărcare și descărcare;
- termostatarea — numai prin încălzire, deoarece soluțiile lucrează la temperaturi ridicate;

- dozarea se face cu ajutorul dozatorilor cu rotametrul;
- uscarea în circuit semi-închis, reglindu-se numai temperatura aerului.

6. Mașina L B 1

Mașina L B 1 (construită în laboratorul Bufta) se folosește pentru prelucrarea peliculei pozitive color ORWO de 35 mm.

Această mașină reprezintă, prin performanțele sale ridicate, o mare realizare a specialiștilor români (proiectul ing. I. Licurg), care au reușit să rezolve în mod original unele părți componente.

Are următoarele *caracteristici principale*:

- antrenarea peliculei — cu role dințate;
- productivitate: 820 m/h;
- lucrează la lumină, avînd capace etanșe;
- lungimea totală a peliculei în mașină: 1 050 m;
- pelicula formează 10 bucle pe ax în cuve;
- agitare a revelatorului — cu jeturi;
- are numai dulap de încărcare;
- termostatarea cu doi agenți termici;
- dozatori electromagnetici, construcție proprie;
- uscarea în circuit închis, răcirea aerului cu apă rece și încălzirea cu rezistențe electrice.

Rezumat

1. Rolul și clasificarea mașinilor de dezvoltat

a) *Rolul mașinilor de dezvoltat* — prelucrarea industrială, mecanizată a peliculelor

- | | | |
|---|---|--|
| b) <i>Clasificarea mașinilor de dezvoltat</i> | } | — după sistemul de antrenare: |
| | | <ul style="list-style-type: none"> ● cu role dințate; ● cu fricțiune. |
| | | — după productivitate: |
| | | <ul style="list-style-type: none"> ● cu productivitate redusă; ● cu productivitate medie; ● cu productivitate înaltă. |

2. Schema de principiu a mașinii de dezvoltat

- Marea majoritate a mașinilor de dezvoltat se bazează pe un principiu constructiv unic.

3. Mecanismul transportor al peliculei

- a) *Părți componente* {
— motor electric de acționare;
— sistem de reducere a turației;
— sistem de transmisie a mișcării;
— role pentru transportul peliculei.
- b) *Tipuri de role* {
— libere;
— de antrenare {
 dințate
 de fricțiune
- c) *Mecanisme transportoare* {
— cu role dințate;
— cu fricțiune.

4. Dulapuri de încărcare și descărcare

— Au rolul de a permite încărcarea și descărcarea bobinelor din mers, fără oprirea mașinii.

5. Cuvele mașinii de dezvoltat și bazinele pentru soluții

- a) *Cuvele mașinii de dezvoltat* {
— sînt paralelipipedice și au diferite dimensiuni;
— se execută din vinoplast sau oțel inoxidabil.
- b) *Bazine-anexă la mașinile de dezvoltat* {
— de presiune — pentru soluții de compensare;
— de evacuare — pentru evacuarea soluțiilor din mașină.

6. Dispozitive de dozare

- a) *Rolul dozatorilor* — alimentarea cu soluții de compensare a mașinilor de dezvoltat.
- b) *Tipuri de dozatori* {
— mecanici;
— electromagnetici;
— cu rotametrul;
— micropompe.

7. Instalații pentru termostatarea soluțiilor

- a) *Rolul instalațiilor pentru termostatare* — menține temperatura soluțiilor în limitele toleranțelor admisibile cu ajutorul unui termostat.

- b) *Instrumente de măsură și comandă pentru termostatare* {
— termometrul cu contact — acționează direct asupra agenților termici;
— termometrul cu rezistență — acționează printr-o punte electrică și prin blocul pentru reglarea temperaturii.

8. Instalații pentru filtrarea soluțiilor

- Filtrele pentru soluții* {
— materiale filtrante: țesături din bumbac sau fibre sintetice, șpan din mase plastice;
— se montează în circuitul soluțiilor;
— se curăță periodic.

9. Instalații pentru uscarea peliculei

- a) *Agent de uscare* — aer condiționat cu parametri reglați 23–30°C și $\phi = 50-60\%$.
- b) *Procedee de uscare la mașinile de dezvoltat* {
— în circuit deschis — aerul se ia din mediul ambiant și apoi se condiționează;
— în circuit închis — se utilizează același aer care este recirculat și condiționat.

10. Exploatarea mașinilor de dezvoltat

- a) *Montarea mașinilor de dezvoltat* {
— în încăperi hidroizolate și bine ventilate;
— la un nivel sau la două niveluri;
- b) *Exploatarea mașinilor de dezvoltat* {
— pregătirea mașinii pentru lucru;
— prelucrarea peliculelor;
- c) *Verificarea și reparația mașinilor de dezvoltat* {
— controlul zilnic;
— reviziile periodice;
— reviziile generale.

11. Tipuri de mașini de dezvoltat

- Mașini de dezvoltat care funcționează în țara noastră {
— ARRIC II — cu role dințate;
— ARRIMAT III — idem;
— ARRIBLOC 400 — idem;
— ARRIBLOC COLOR 3 TV — idem;
— K II 32-28 D — cu fricțiune;
— L B-1 — cu role dințate.

Verificarea cunoștințelor

1. Care sînt cele trei cerințe tehnologice principale impuse mașinilor de dezvoltat?
2. Care sînt avantajele și dezavantajele sistemelor de transport cu role dințate și cu fricțiune?
3. Ce rol îndeplinește dulapul de încărcare?
4. Cum se alimentează bazinele de presiune?
5. În ce constau cei patru timpi de funcționare ai dozatorului mecanic?
6. Cum funcționează termometrul cu contact?
7. Ce rol are blocul pentru indicarea și controlul temperaturii?
8. Care sînt materialele filtrante utilizate pentru filtrarea soluțiilor?
9. Cum funcționează condiționatorii la cele două variante de uscare în circuit închis?
10. Care sînt cele trei genuri de revizii și reparații ale mașinilor de dezvoltat?
11. Care sînt caracteristicile tehnice principale ale mașinii de dezvoltat ARRI C II?
12. Ce fel de sistem de antrenare a peliculei are mașina de dezvoltat Houston K II 35-28 D?

Capitolul III

TEHNICA COPIERII PELICULELOR

A. CLASIFICAREA PROCEDEELOR DE COPIERE

O etapă importantă în tehnologia prelucrării filmelor o reprezintă procesul de copiere a peliculelor. Prin **copiere** se realizează transferul imaginii și fonogramei de pe o peliculă pe alta, în diferite scopuri cerute de cinematografie și televiziune (obținerea imaginii pozitive de pe negativ, trucaje, contratiparea, multiplicarea copiilor pozitive etc.).

Copierea este procesul prin care se impresionează pelicula foto-sensibilă virgină cu ajutorul unui flux luminos modulată în prealabil de imaginea aflată pe o altă peliculă. Peliculele copiate, ce conțin imaginea latentă rezultată în urma procesului de copiere, sînt supuse apoi prelucrării chimico-fotografice în mașinile de dezvoltat, pentru obținerea imaginii vizibile.

În regim industrial, copierea peliculelor se realizează cu ajutorul mașinilor de copiat care sînt utilaje de mare precizie și cu productivitate ridicată.

Se utilizează în practică mai multe procedee de copiere, care se deosebesc între ele și pot fi clasificate în funcție de distanța dintre pelicule în momentul copierii și de modul în care se efectuează transportul acestor pelicule prin fața fluxului luminos.

Pe baza primului criteriu, se deosebesc două procedee de copiere principal diferite, și anume: **copierea prin contact** și **copierea optică**.

În funcție de caracterul deplasării peliculelor prin fața sursei de lumină există două procedee de copiere: **discontinuu (sacadat)** și **continuu**.

● **La copierea prin contact** (fig. 41), în timpul expunerii (impresionării) peliculele se află în strîns contact, emulsie pe emulsie. Presarea celor două pelicule se realizează prin dispozitive mecanice sau pneumatice.

Copierea prin contact se face întotdeauna la scara 1 : 1.

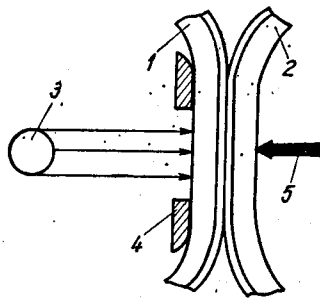


Fig. 41. Schema procedului de copiere prin contact:

1 - pelicula negativă; 2 - pelicula virgină; 3 - sursa de lumină; 4 - fereastra de copiere; 5 - dispozitiv de presare.

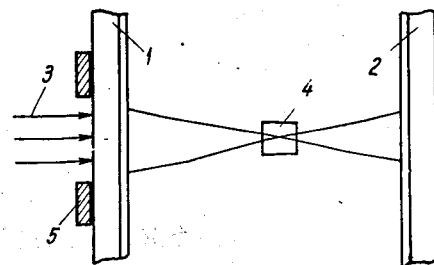


Fig. 42. Schema procedului de copiere optică:

1 - pelicula negativă; 2 - pelicula virgină; 3 - fluxul luminos; 4 - sistem optic (obiectiv); 5 - fereastra de copiere.

● La **copierea optică** (fig. 42), cele două (și uneori chiar trei) pelicule se află la o anumită distanță una de alta, iar expunerea se realizează prin intermediul unui sistem optic care proiectează imaginea ce se copiază, pe stratul fotosensibil al peliculei virgine.

Prin copierea optică, dimensiunile imaginii se pot micșora sau mări după necesitate.

● La **procedul de copiere discontinuă**, peliculele se deplasează intermitent, fotogramă cu fotogramă. În momentul copierii, ele se află în repaus, iar în timpul deplasării, fluxul luminos este întrerupt de un obturator.

● La **procedul de copiere continuă**, ambele pelicule sînt transportate cu viteză constantă, în strîns contact, prin fața unei fante înguste prin care trece fluxul luminos.

Copierea sacadată se poate face atît optic, cît și prin contact, iar copierea continuă — numai prin contact.

B. INFLUENȚA PROCESULUI DE COPIERE ASUPRA CALITĂȚII FOTOGRAFICE

În mod ideal, procesul de copiere ar trebui să asigure transmiterea integrală în copia ce se realizează, a tuturor informațiilor existente în imaginea originală de la care se pornește.

Realitatea demonstrează însă că în procesul de copiere se pierd o parte din informații, iar prin aceasta, calitatea fotografică a imaginii

scade mai mult sau mai puțin, în funcție de performanțele peliculei virgine folosite și de condițiile concrete ale copierii.

Făcînd abstracție de influența calității peliculei virgine, s-a constatat că procesul de copiere *scade claritatea, mărește granulația și modifică uneori contrastul imaginii.*

1. Claritatea imaginii

Claritatea imaginii obținută prin copiere, sau mai simplu *claritatea de copiere*, se poate urmări indirect prin determinarea capacității de rezoluție, adică a numărului maxim de linii redede distinct pe un milimetru, în diferite zone ale fotogramei. Pentru aceasta, se copiază în mașinile de copiat o miră specială pe aceeași peliculă virgină, ce se prelucurează în condiții standard, și se determină capacitatea de rezoluție (R linii/mm) în diverse puncte ale fotogramei. Se poate trasa astfel o diagramă a liniilor cu aceeași valoare a capacității de rezoluție (deci a liniilor avînd aceeași claritate) pe suprafața fotogramei, cum ar fi de exemplu diagrama din figura 43.

Pe baza unor ample cercetări făcute prin intermediul acestei metode, s-au constatat următoarele:

- claritatea imaginii copiate este întotdeauna mai redusă decît a originalului;
- în centrul fotogramei se obține de regulă o claritate mai bună decît pe margini;
- la copierea optică claritatea este ceva mai scăzută decît la copierea prin contact.

● În continuare vom analiza pe scurt principalele cauze care provoacă scăderea clarității de copiere în mașinile de copiat.

La copierea prin contact, indiferent de presiunea aplicată, rămîne întotdeauna între cele două pelicule un strat infim de aer care refractă lumina și astfel înrăutățește claritatea imaginii. Datorită presării mai puternice, stratul de aer din centrul fotogramei este mai mic decît pe margini, ceea ce explică claritatea mai bună din această zonă.

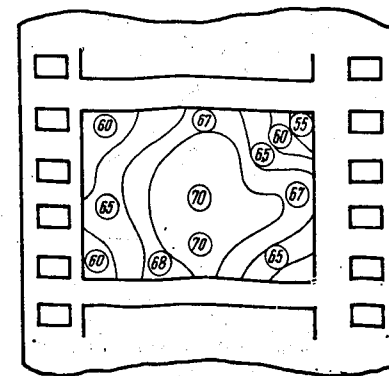


Fig. 43. Diagramă a liniilor cu aceeași claritate de copiere pe suprafața fotogramei.

În timpul copierii prin contact, în special la copierea continuă, apar *alunecări relative între pelicule*, care devin importante la diferențe mari de contracții, fapt ce duce la o oarecare pierdere de claritate.

La copierea optică prezintă o importanță deosebită *amplasarea corectă a planurilor în care se află cele două pelicule în raport cu obiectivul*. Orice abatere de la pozițiile optime ale acestor planuri are repercusiuni negative asupra clarității.

De asemenea, se cere ca *obiectivele* utilizate pentru copierea optică să fie de bună calitate.

La ambele procedee de copiere, claritatea imaginii depinde într-o măsură importantă de *gradul de colimare a fluxului luminos utilizat*. Cu cât razele de lumină sînt mai colimate, adică mai paralele, claritatea imaginii copiate este mai bună.

O influență esențială asupra clarității imaginii o are și *lungimea de undă a luminii de copiere*. Radiațiile de lumină cu lungime de undă mai redusă sînt absorbite mai ușor de gelatină și formează imaginea la suprafața stratului, micșorînd astfel difuzia luminii în emulsie. În acest fel claritatea este mai bună dacă copierea se efectuează de exemplu cu lumină albastră, decît în cazul cînd se folosește în acest scop lumină roșie.

În figurile 44 și 45 sînt prezentate curbele care arată influența copierilor repetate asupra capacității de rezoluție R și deci implicit și asupra clarității de copiere. Totodată, din aceste curbe reies avantajele prezentate de copierea cu lumină ultravioletă și colimată.

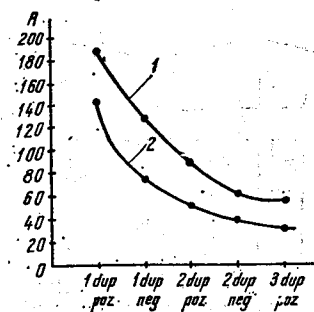


Fig. 44. Influența copierilor repetate asupra capacității de rezoluție la copierea imaginii prin contact cu lumină colimată :

1 — copiere cu lumină ultravioletă ;
2 — copiere cu lumină albă.

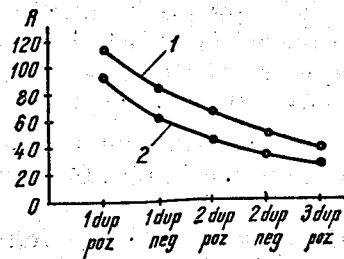


Fig. 45. Influența copierilor repetate asupra capacității de rezoluție la copierea imaginii prin contact cu lumină difuză :

1 — copiere cu lumină ultravioletă ; 2 — copiere cu lumină albă.

● Din cele arătate mai sus rezultă că pentru obținerea unei clarități de copiere cît mai ridicate în mașinile de copiat, este necesar să se ia următoarele **măsuri tehnologice** :

- presarea cît mai bună a peliculelor la copierea prin contact ;
- reducerea la minimum a alunecării peliculelor, prin evitarea diferențelor mari de pas al perforației și prin utilizarea mașinilor de copiere perfecționate ;
- utilizarea de obiective cu performanțe înalte și amplasarea corectă a celor două pelicule față de obiectiv la copierea optică ;
- evitarea întrebuițării mediilor dispersante (geam mat sau lăptos), care micșorează gradul de colimare a luminii de copiere ;
- folosirea luminii ultraviolete și indigo pentru copiere, în cazurile cînd acest lucru este posibil (de exemplu, la copierea fonogramei).

2. Granulația imaginii

Granulația imaginii se mărește în urma procesului de copiere, datorită creșterii probabilității de formare a aglomerărilor de granule de argint sau colorant. Neuniformitățile de densitate rezultate în acest mod pe suprafețe ce au primit aceeași expunere, devin din ce în ce mai vizibile și mai supărătoare pe măsură ce crește numărul de copieri.

Pentru a exclude creșterea granulației, se recomandă evitarea contratipărilor repetate. Dacă acest lucru nu este posibil, trebuie să se utilizeze pelicule și revelatori cu granulație fină.

3. Contrastul imaginii

Contrastul imaginii nu suferă modificări la copierea prin contact. În schimb la copierea optică contrastul este influențat de condițiile de iluminare a negativului. Dacă fluxul luminos este colimat, are loc o oarecare creștere a contrastului imaginii, care nu se constată în cazul utilizării luminii difuze la copiere.

C. ECARTUL DE LUMINĂ AL MAȘINII DE COPIAT

Mașina de copiat trebuie să asigure prin copierea de pe negative sau alte materiale cu densități diferite ale imaginii, copii cu densitate generală normală.

Din această cauză, fiecare mașină de copiat este prevăzută cu posibilitatea de modificare a expunerii în funcție de densitatea (acoperirea) imaginii materialelor supuse copierii.

Pentru ca un material să fie copiat corect, este necesară o expunere care să asigure pătrunderea unei mici cantități de lumină prin densitatea maximă utilă a imaginii care se copiază ($D_{max\ neg}$), astfel încât să se obțină pe aceeași porțiune a imaginii din copie o densitate minimă cu puțin mai mare decât voalul fotografic ($D_{min\ poz} > D_0$). De aici reiese că *expunerea optimă este dictată de densitatea maximă din imaginea materialului de pe care se copiază.*

Expunerea maximă (H_{max}) pe care trebuie să o asigure o mașină de copiat s-a determinat pe cale experimentală, pornind de la dezideratul ca această expunere să permită copierea corectă a celor mai dense negative, care totuși sînt capabile să dea prin copiere imagini pozitive cu calitate fotografică corespunzătoare (contrast și acoperire normale). În același mod s-a procedat și la stabilirea expunerii minime (H_{min}), care este destinată copierii a celor negative cu densitate coborîtă (de exemplu negative ce conțin scene de noapte), ce pot fi montate în film, fără a prejudicia calitatea imaginii pozitive.

Intervalul de expuneri, cuprins între H_{max} și H_{min} , ce poate fi realizat de o mașină de copiat se numește ecart de lumină (Ec) și se exprimă de obicei printr-un raport :

$$Ec = \frac{H_{max}}{H_{min}}$$

Pe baza rezultatelor măsurării densității maxime $D_{max\ neg}$ a unui mare număr de negative de imagine socotite corespunzătoare din punct de vedere fotografic, s-a ajuns la concluzia că ecartul de lumină al mașinilor de copiat trebuie să fie de 8 : 1, adică $Ec = 8$.

Intervalul de expuneri cuprins în ecartul de lumină este împărțit în *trepte de expunere*. Fiecare nouă treaptă de expunere, denumită *lumină de copiere*, trebuie să asigure o modificare sesizabilă a efectului fotografic (a densității optice) în copia realizată.

Cunoscînd că spectatorul poate distinge o schimbare minimă a strălucirii pe ecran de circa 25 %, s-a determinat prin calcul că această corespunde la o modificare medie a densității copiei de aproximativ 0,06—0,08. De aici s-a putut deduce că pentru fiecare treaptă, expunerea H trebuie să se modifice cu $\Delta H = 8 - 10 \%$, ceea ce înseamnă pentru ecartul de 8 : 1, un număr total de circa 20 lumini de copiere.

Din aceste motive, marea majoritate a mașinilor de copiat sînt proiectate ca un ecart de 8 : 1 și sînt prevăzute cu 20 de trepte de expunere (lumini de copiere) care diferă între ele cu circa 10 %.

○ **Notă.** Odată cu puternica extindere pe care au căpătat-o în ultimii ani filmele în culori, s-a apreciat că pentru imaginea formată din coloranți treapta de expunere adoptată anterior este prea mare. De aceea au fost construite noi mașini de copiat, destinate copierii peliculelor color, care au 50 de trepte de expunere (lumini de copiere) pentru aproximativ același ecart de lumină.

D. FOTOCOPIEREA IMPURITĂȚILOR ȘI DEFECTELOR DE PE SUPRAFEȚELE MATERIALELOR SUPUSE COPIERII

În timpul prelucrării și exploatării filmelor, pe suprafețele peliculelor aderă diferite impurități, cum ar fi : praf, resturi de gelatină, fire de păr, pete de grăsime sau ulei etc. Particulele de praf, scamele și alte impurități ușoare sînt atrase de electricitatea statică ce se formează pe peliculă în timpul derulărilor și trecerilor repetate prin diversele instalații cinematografice.

Toate aceste impurități existente pe suprafețele peliculelor supuse copierii (negative, materiale intermediare etc.) se fotocopiază, adică se transmit în imaginea copiei ce se realizează, înrăutățindu-i calitatea.

Același fenomen se petrece și cu defectele mecanice ce se găsesc pe suprafețele materialelor de pe care se copiază, cum ar fi de exemplu zgîrieturile și frecăturile.

În timpul procesului de copiere prin contact, razele de lumină sînt reținute sau deviate de impuritățile și defectele mecanice menționate, astfel că în copie vor apărea puncte, linii, pete etc. care jenează perceperea normală a imaginii. La copierea optică, obiectivul transferă cu fidelitate, odată cu imaginea, toate aceste defecte pe emulsia peliculei virgine, astfel încît ele devin vizibile după dezvoltare.

○ **Trebuie menționat** că toate genurile de defecțiuni care se fotocopiază se transmit mult mai pregnant la copierea optică decît la cea prin contact. Ca urmare a acestui dezavantaj important, la care se adaugă și complexitatea constructivă a mașinii de copiat, utilizarea procedurii de copiere optică este limitată numai la cazurile de strictă necesitate (de exemplu pentru modificarea formatului imaginii).

● Pentru a evita repercusiunile negative ale fotocopierii impurităților și defectelor prezente pe suprafețele materialelor destinate copierii, se iau următoarele **măsuri tehnologice** :

— înaintea copierii, negativele, contratipele și celelalte materiale primare se curăță cu solvenți organici pentru dizolvarea impurităților și se supun unor tratamente speciale (polisare, mătuire etc.) pentru îndepărtarea zgîrieturilor, dacă acestea sînt prezente ;

— la mașinile de copiat, în special la cele optice, este indicat să se adapteze dispozitive de copiere prin imersie (sub lichid), care fac ca zgîrieturile existente pe peliculă să nu se fotocopieze. La copierea prin imersie se acoperă suprafețele peliculei cu un strat subțire dintr-un lichid volatil al cărui indice de refracție este apropiat de cel al suportului. Folosirea în acest scop a unor substanțe lichide volatile cu indicii de refracție de 1,4—1,5 (tricloretilenă, benzen, toluen etc.) face ca razele de lumină să nu mai fie deviate de către zgîrietură, care astfel nu se mai fotocopiază.

Rezumat

1. Clasificarea procedeeleor de copiere

a) *Procedee de copiere în funcție de distanța dintre pelicule* { — copiere prin contact;
— copiere optică.

b) *Procedee de copiere în funcție de sistemul de transport al peliculei* { — copiere discontinuă (sacadată);
— copiere continuă.

2. Influența procesului de copiere asupra calității fotografice

a) *Claritatea imaginii* { — scade prin copiere;
— cauze: presare insuficientă; alunecări relative, lumină difuză, dereglarea sistemului optic.

b) *Granulația imaginii* { — crește prin copiere;
— se impune: renunțarea la contratipări; utilizare de pelicule și revelatori cu granulație fină.

c) *Contrastul imaginii* { — crește la copiere optică;
— nu se modifică la copierea prin contact.

3. Ecarterul de lumină al mașinii de copiat

a) *Definiția ecarterului de lumină* — intervalul de expuneri dintre H_{max} și H_{min}

b) *Ecarteruri de lumină utilizate în practică* { — cu 20 de trepte;
— cu 50 de trepte.

4. Fotocopierea impurităților și defectelor

a) *Cauza fotocopierii impurităților și defectelor* — Impuritățile și defectele aflate pe suprafețele imaginii se copiază datorită absorbției sau devierii luminii.

b) *Măsuri pentru evitarea fotocopierii impurităților și defectelor* { — curățirea materialelor primare cu solvenți organici;
— polisarea sau mătuirea materialelor zgîriate;
— utilizarea copierii prin imersie (sub lichid).

Verificarea cunoștințelor

1. Ce este procesul de copiere a peliculelor?
2. Ce poziție ocupă cele două pelicule la copierile prin contact și optică?
3. Care sînt măsurile ce se iau pentru îmbunătățirea clarității de copiere?
4. Care este factorul principal care stă la baza determinării expunerii optime pentru o imagine negativă?
5. În ce constă copierea prin imersie (sub lichid)?

Capitolul IV

MAȘINILE DE COPIAT

A. PRINCIPIUL DE FUNCȚIONARE A MAȘINILOR DE COPIAT

Mașinile de copiat sînt *utilaje speciale de mare complexitate care realizează copierea în regim industrial a imaginii și fonogramei*. Această copiere se efectuează de pe materiale primare (negative de imagine, pozitive intermediare, contratipe, negative de sunet etc.) pe pelicule fotosensibile de diferite tipuri (pozitive, dup-pozitive, dup-negative etc.).

● **Tipuri de mașini de copiat.** În funcție de procedeul utilizat de copiere a imaginii, deosebim *mașini de copiat cu mers sacadat* și *mașini de copiat cu mers continuu*, sau din alt punct de vedere, *mașini pentru copiere prin contact* și *mașini pentru copiere optică*.

Copierea imaginii și cea a fonogramei se fac în locuri diferite ale mașinii de copiat (denumite capete de copiere), amplasate la o anumită distanță, deoarece aceste două copieri care se fac după două materiale distincte pe aceeași peliculă virgină nu pot fi realizate practic în același loc.

● Față de mașinile de copiat se impun următoarele **condiții** esențiale :

- să asigure o calitate fotografică cît mai bună a imaginii și fonogramei copiate (claritate, uniformitate a densității etc.);
- să nu deterioreze din punct de vedere mecanic suprafețele și perforațiile materialelor primare și ale peliculei virgine;
- să realizeze o amplasare geometrică corectă a fotogramelor și a fonogramei;
- să aibă o productivitate cît mai ridicată.

● Mașinile de copiat constau din următoarele **părți componente principale** :

- *mecanismul transportor*;
- *sistemele lumino-optice pentru imagine și fonogramă*;
- *modulatoarele de expunere*;
- *diferite dispozitive auxiliare*.

În figura 46 este prezentată schema de principiu a unei mașini de copiat prin contact, cu mers sacadat. De aici se poate observa că *mecanismul transportor* antrenează cele trei pelicule (1, 2, 3) din casetele debitoare (4, 5, 6), le trece prin ferestrele de copiere (7, 8) și le bobinează apoi în casetele receptoare (9, 10, 11), fiecare peliculă parcurgînd un traseu distinct.

Sistemele lumino-optice pentru copierea imaginii (12) și a fonogramei (13) asigură iluminarea constantă și uniformă a celor două ferestre de copiere.

Modulatoarele de expunere (14, 15) sînt dispozitive speciale pentru modificarea expunerii la copierea imaginii și fonogramei prin acționare directă asupra fluxului luminos.

B. MECANISMUL TRANSPORTOR AL PELICULEI

Mecanismul transportor al unei mașini de copiat constă de regulă dintr-un *motor electric de acționare*, dintr-un *sistem de transmisie a mișcării* și din *sistemul propriu-zis de antrenare a peliculei*.

Transportul peliculelor pe întreg traseul, inclusiv prin fața ferestrelor de copiere, se face în majoritatea cazurilor cu ajutorul *tamburelor dințate*.

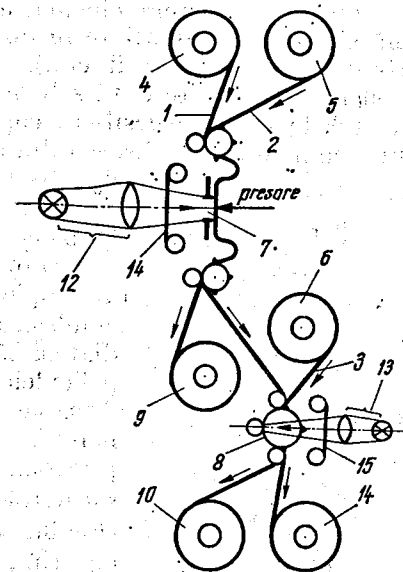


Fig. 46. Schema de principiu a unei mașini de copiat prin contact cu mers sacadat :

1 — pelicula negativă de imagine; 2 — pelicula virgină; 3 — pelicula negativă de sunet; 4, 5 și 6 — casete debitoare; 7 — fereastra de copiere a imaginii; 8 — fereastra de copiere a fonogramei; 9, 10, 11 — casete receptoare; 12 — sistemul lumino-optic al imaginii; 13 — sistemul lumino-optic al fonogramei; 14 și 15 — modulatoare de expunere.

La unele mecanisme, antrenarea peliculei în capul de copiere a imaginii se face sacadat (fotogramă cu fotogramă).

În continuare vom analiza pe scurt principalele tipuri de mecanisme transportoare întrebuințate la mașinile uzuale de copiat.

1. Mecanismele pentru copierea discontinuă (sacadată) a imaginii

Aceste mecanisme transportoare realizează deplasarea peliculelor în două moduri:

- în mod discontinuu (fotogramă cu fotogramă), cu ajutorul mecanismului cu grifă, prin fața ferestrei de copiere a imaginii;
- în mod continuu, cu tambure dințate, în restul traseului parcurs de către pelicule.

Mișcarea de la motorul electric de acționare a mașinii este transmisă printr-un sistem cinematic complex la tamburele dințate, la grifă și la alte piese aflate în mișcare (contragrifă, obturator, dispozitivul de presare, frecții etc.).

● În figura 47 este dată schema de principiu la mecanismul transportor de la o mașină destinată copierii sacadate a imaginii prin contact. După cum se poate observa din această schemă, peliculele sînt trase

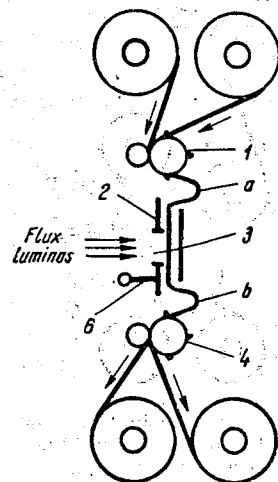


Fig. 47. Schema mecanismului transportor al mașinii pentru copierea sacadată, prin contact, a imaginii.

din casetele debitoare (care sînt prevăzute cu frecții de reținere) de către tamburul dințat 1. După ce formează bucla *a*, cele două pelicule sînt transportate de către grifa 6 prin canalul de copiere 2, unde se presează emulsie pe emulsie. În canalul 2 se face expunerea. Imediat ce părăsesc canalul de copiere a imaginii, peliculele formează o nouă buclă *b* și apoi, după ce trec peste tamburul dințat de reținere 4, se bobinează în casetele receptoare, prevăzute cu frecții de antrenare. Deplasarea sacadată a peliculelor se face numai în canalul de copiere cu ajutorul mecanismului cu grifă, tamburele dințate 1 și 4 avînd o mișcare continuă. Bucele *a* și *b* sînt necesare pentru a asigura trecerile de la mișcarea continuă la cea sacadată și apoi din nou la mișcarea continuă.

● În figura 48 este prezentată schema de principiu a mecanismului transportor de la o mașină destinată copierii sacadate a imaginii

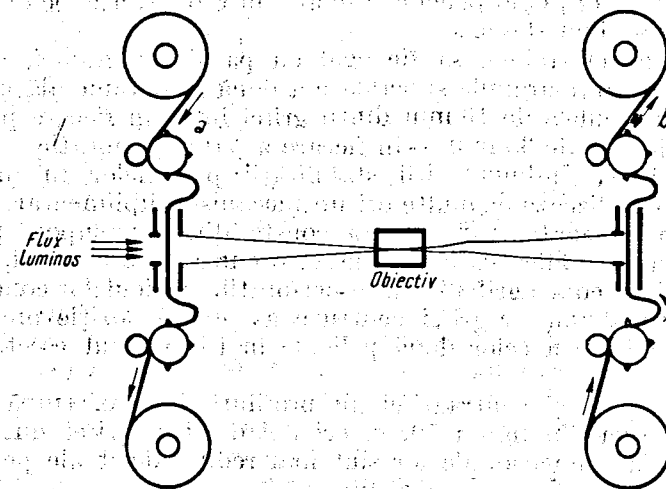


Fig. 48. Schema mecanismului transportor al mașinii optice de copiere a imaginii.

prin procedeul optic. După cum se poate constata, mașina este prevăzută cu cite un mecanism transportor, de tipul celui analizat, pentru fiecare peliculă în parte. Întrucît în planul emulsiei peliculei virgine imaginea se obține răsturnată, cele două mecanisme transportă peliculele în sensuri diferite. Pelicula de pe care se copiază se va deplasa în sensul săgeții *a*, iar pelicula virgină în sensul săgeții *b*.

Funcționarea acestor două mecanisme transportoare trebuie să fie perfect sincronizată.

Mecanismul cu grifă, care asigură transportul intermitent al peliculelor, constă dintr-un sistem cinematic ce pune în mișcare un suport pe care se află o pereche de dinți metalici. Grifa efectuează în același plan o deplasare complexă în patru timpi (fig. 49):

— *timpul I* — dinții grifei înaintează și intră în perforațiile peliculelor (*A-B*);

— *timpul II* — dinții grifei transportă peliculele în jos la o distanță egală cu pasul grifei (cursa de lucru *B-C*), obturatorul fiind închis pentru ecranarea fluxului luminos;

— *timpul III* — dinții grifei se retrag din perforațiile peliculelor (*C-D*);

— *timpul IV* — dinții grifei se ridică în poziția inițială (cursa în gol *D-A*).

În timpul IV, când peliculele se află în repaus, are loc expunerea, obturatorul fiind deschis.

Pasul grifei trebuie să fie egal cu pasul fotogramei, adică cu distanța dintre marginile superioare a două fotograme alăturate. De aceea la peliculele de 16 mm dinții grifei intră în fiecare perforație iar la peliculele de 35 mm — în fiecare a patra perforație.

● În vederea îmbunătățirii stabilității peliculelor în momentul copierii, se utilizează de multe ori un mecanism suplimentar, denumit **mechanism cu contragrifă**. Acesta constă dintr-un suport prevăzut cu doi dinți metalici, care efectuează o cursă în doi timpi, înainte-înapoi. Dinții contragrifei intră în perforațiile peliculelor concomitent cu retragerea dinților grifei pentru a asigura o poziție precisă și o bună stabilitate a celor două pelicule în tot timpul efectuării expunerii.

Dinții grifei și contragrifei au profiluri diferite. După cum se poate observa din figura 50, a, cei doi dinți ai grifei sînt identici ca profil, iar dimensiunile lor sînt mai reduse decît ale perforației.

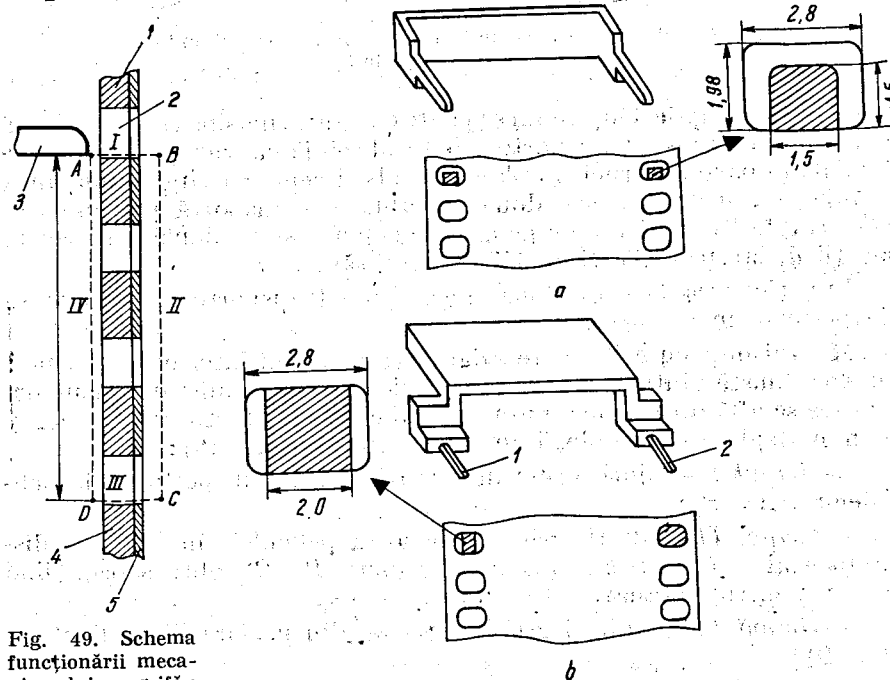


Fig. 49. Schema funcționării mecanismului cu grifă: 1 — pelicula; 2 — perforația; 3 — grifa; 4 — suportul; 5 — emulsiu.

Fig. 50. Dinții grifei și contragrifei:

a — modul în care dinții grifei intră în perforațiile peliculei de 35 mm; b — modul în care dinții contragrifei intră în perforațiile peliculei de 35 mm.

Dinții contragrifei (fig. 50, b) diferă între ei: unul asigură ghidarea peliculelor pe verticală (1), iar celălalt, atît pe orizontală cît și pe verticală (2).

În procesul de exploatare a mașinilor de copiat prevăzute cu astfel de mecanism transportor trebuie să se acorde o atenție deosebită reglajului grifei și contragrifei pentru a evita apariția unor defecțiuni (joc al imaginii, forțarea sau chiar spargerea perforațiilor).

● **Asigurarea unui contact strîns între pelicule în canalul de copiere** se realizează în mai multe feluri și anume: *cu ramă pulsantă, cu canal în „V” și prin presare cu aer comprimat*.

Rama pulsantă, pe care se află montat un cristal special, este acționată în doi timpi de un sistem cinematic și presează peliculele cu o forță de circa 70—100 gf numai în timpul efectuării expunerii. Ea se retrage apoi permițînd celor două pelicule să se deplaseze cu o fotogramă. Natural că deplasarea înainte-înapoi a ramei pulsate este perfect sincronizată cu funcționarea grifei, contragrifei și obturatorului. Este necesar ca acest dispozitiv să fie bine întreținut deoarece datorită uzurii se dereglează și poate provoca scăderea clarității imaginii și impresiuneri mecanice ale emulsiei peliculei.

Canalul în „V” este un canal special cu profil curbiliniu, ale cărui șanțuri de ghidare bombează cele două pelicule și le obligă astfel să se afle într-un contact intim emulsie pe emulsie, fără întrebuițarea unui alt mijloc de presare. Sistemul nu dă rezultate bune la peliculele cu contracție mare sau a căror lățime nu este riguros constantă.

Presarea cu aer comprimat a peliculelor se realizează dintr-o parte sau din ambele părți. Aerul comprimat se primește prin conducte de la un compresor și se distribuie în mod uniform pe suprafața peliculelor prin intermediul unei rame speciale. Dispozitivul cu aer comprimat se poate monta atît la canalul plan, cît și la canalul în „V”. Rezultate remarcabile s-au obținut în laboratorul Buftea prin elaborarea și montarea unor dispozitive de presare cu aer la mașinile de copiat Matipo C S și O Z X (autor ing. Aurel Popirad).

Deși performanțele acestor mecanisme transportoare sînt foarte bune, ele nu pot asigura o viteză prea mare a mașinii de copiat (rar se depășește 1500 m/h) datorită solicitărilor mecanice importante ale perforațiilor.

2. Mecanismele pentru copierea continuă și prin contact a imaginii

Aceste mecanisme transportă peliculele în mod continuu pe întreg traiectul, cu ajutorul tamburelor dințate, care se rotesc cu o viteză unghiulară constantă.

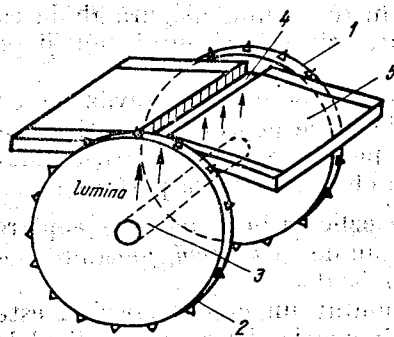


Fig. 51. Schema tamburului dințat de copiere continuă a imaginii.

cu ajutorul unei rame speciale prevăzute cu role de presare. Pentru a asigura în timpul expunerii o viteză cât mai constantă a peliculelor, pe axul tamburului de copiere se montează un volant.

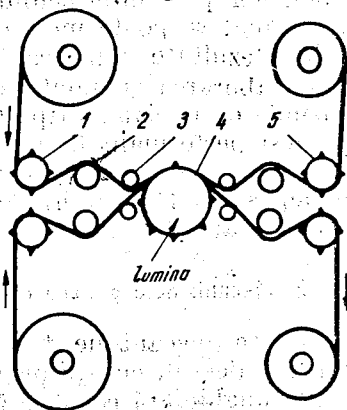
În timpul copierii are loc o ușoară alunecare relativă a peliculelor cu ocazia trecerii de pe un dinte pe celălalt, ceea ce micșorează într-o oarecare măsură claritatea. Alunecarea este cu atât mai puternică, cu cât diferența de contracție dintre cele două pelicule este mai mare.

La mașinile moderne de acest tip (de exemplu Bell-Howell) se utilizează tambure de copiere de o construcție perfecționată, care exclude practic acest fenomen și asigură o bună claritate a imaginii copiate.

● În figura 52 este redată schema de principiu a mecanismului transportor al unei mașini destinate copierii continue și prin contact a imaginii. Tamburele dințate 1 antrenează peliculele din casetele debitoare. Peliculele trec mai întâi peste rolele de întindere 2, apoi peste rolele de ghidare 3, după care ajung în contact pe tamburul de copiere 4. După copiere, peliculele se despart din nou, trec peste tamburele de reținere 5 și, în cele din urmă, se bobinează în casetele receptoare.

Aceste mecanisme transportoare au de cele mai multe ori mers reversibil,

Fig. 52. Schema mecanismului transportor al mașinii de copiere continuă și prin contact a imaginii.



Copierea imaginii se realizează pe un tambur de construcție specială cu diametrul mai mare (fig. 51), prevăzut cu două coroane dințate 1 și 2, care sînt montate rigid pe un ax comun 3. Fereastra de copiere 4 are forma unei fante dreptunghiulare înguste, decupate în canalul de ghidare 5. Această fereastră este iluminată din interiorul tamburului, a cărei construcție permite acest lucru.

Presarea celor două pelicule pe tamburul de copiere se realizează

adică copierea peliculelor se poate face în ambele sensuri, ceea ce mărește mult productivitatea.

Mecanismele moderne pentru copierea continuă a imaginii asigură viteze foarte ridicate de pînă la 4 000 m/h, fapt pentru care ele sînt întrebuintate pe o scară din ce în ce mai largă.

3. Mecanisme pentru copierea fonogramei

● Copierea fonogramei optice se realizează în mod continuu pe un tambur dințat similar cu cel prezentat în figura 51. Diferența constă în faptul că suprafața ferestrei de copiere este mult mai redusă.

Pentru a obține o claritate de copiere ridicată, este necesar să se acorde o atenție deosebită presării și ghidării laterale a peliculelor.

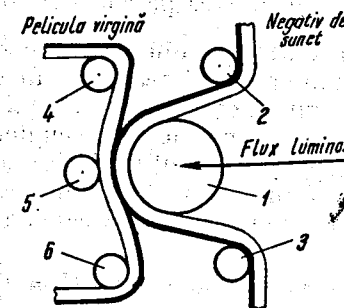
Utilizarea tamburelor dințate duce însă în mod inevitabil la alunecări ale celor două pelicule, ceea ce provoacă o scădere a calității sunetului, în special cînd diferența dintre contracții este mare.

● În scopul excluderii acestui neajuns, care este esențial pentru calitatea sunetului, s-a pus la punct **procedeul de copiere fără alunecare a fonogramei**, prezentat schematic în figura 53.

În acest caz copierea se efectuează pe un tambur neted ceva mai îngust decît pelicula. Negativul de sunet, datorită rolor 2 și 3 îmbracă mult tamburul de copiere 1, astfel că stratul de emulsie, aflat deasupra, se întinde. Acest negativ este transportat de un tambur dințat aflat după rola 3. Pelicula virgină trece peste rola de întindere 4, apoi peste tamburul de copiere 1 și în ultimă instanță, peste rola de ghidare 6. Rola 5 asigură presarea celor două pelicule pe fereastra de copiere. Stratul de emulsie al peliculei virgine este într-o oarecare măsură contractat în momentul copierii. Rola de întindere 4 este montată pe o pîrghie care acționează în funcție de contracțiile peliculelor, mărind sau micșorînd în mod automat bucla peliculei virgine și deci și raza sa de curbură în locul copierii. Se exclude astfel alunecarea peliculei virgine în raport cu negativul fonogramei.

○ **Notă.** Copierea fonogramei se realizează de regulă prin contact. Întrucît copierea optică duce la scăderea calității sunetului, aceasta se utilizează numai

Fig. 53. Schema copierii fără alunecare a fonogramei.



în cazurile în care este necesară reducerea formatului (de exemplu la trecerea de pe formatul de 35 mm la formatul de 2×16 mm).

C. SISTEMLUMINO-OPTICE

Sistemele lumino-optice asigură în mașinile de copiat fluxurile luminoase necesare pentru copierea imaginii și fonogramei. Un sistem lumino-optic constă dintr-o sursă de lumină și un ansamblu de mijloace auxiliare pentru mărirea randamentului fluxului luminos (oglinzi, culoare optice etc.) și pentru uniformizarea iluminării în fereastra de copiere (lentile, obiective, geam mat etc.) Pentru protecția împotriva căldurii a părților componente ale sistemului și a peliculelor în fereastra de copiere, se intercalează în calea fluxului luminos filtre calorice.

La copierea intermitentă, din sistemul lumino-optic face parte și obturatorul, care întrerupe periodic fluxul luminos.

Ca surse de lumină se utilizează în principal lămpi electrice cu filament, iar în ultimii ani — lămpi cu mercur și cu xenon. Acestea se caracterizează prin tensiunea curentului electric de alimentare (V) puterea consumată (W), fluxul luminos emis (lumeni) și prin temperatura de culoare medie a luminii (K).

1. Condiții tehnice

Fluxul luminos emis de către sistemele lumino-optice ale mașinilor de copiat trebuie să îndeplinească o serie de condiții tehnice dintre care cele mai importante sînt: *mărime suficientă, iluminare uniformă în fereastra de copiere, constanță în timp și temperatură de culoare stabilă și adecvată peliculelor virgine pe care se copiază.* Vom analiza în continuare pe rînd aceste cerințe tehnice:

● **Fluxul luminos trebuie să fie suficient de puternic** pentru ca prin iluminarea E realizată în fereastra de copiere să se poată obține expuneri corecte în cele mai critice condiții. Aceste situații se întîlnesc în cazul unor negative cu densitatea situată la limita superioară admisibilă și în cazul folosirii unor pelicule virgine cu sensibilitate redusă. Cantitatea de iluminare (expunerea) H_c necesară în procesul de copiere se poate calcula cu ajutorul expresiei:

$$H_c = \frac{1}{S} \cdot 10 D_{neg. max.} [lx \cdot s]$$

unde S este sensibilitatea peliculei virgine, iar $D_{neg. max.}$ — densitatea maximă utilă din imaginea care se copiază.

De aici rezultă că expunerea trebuie să fie cu atît mai mare cu cît sensibilitatea peliculei virgine este mai scăzută și cu cît imaginea copiată are densitatea mai ridicată.

În același timp se cunoaște că:

$$H_c = E \cdot t [lx \cdot s]$$

unde E este iluminarea în fereastra de copiere (exprimată în lx), iar t — timpul de expunere (exprimat în s).

Din această ultimă expresie reiese că *singura cale de creștere a expunerii în mașinile de copiat în condițiile menținerii productivității la nivel ridicat (adică fără să se micșoreze t — care depinde de viteza mașinii) este de a mări E , adică iluminarea în fereastra de copiere.* Natural că acest lucru se realizează crescînd cantitativ fluxul luminos prin folosirea unor lămpi mai puternice și prin utilizarea de mijloace care măresc randamentul luminos (întrebuințarea de oglinzi și dispozitive pentru reducerea pierderilor de lumină, eliminarea mediilor absorbante).

● **Iluminarea în fereastra de copiere trebuie să fie cît mai uniformă.** În caz contrar, în imaginea copiată vor apărea diferențe de densitate inadmisibile între centrul și marginile fotogramei. Această condiție este realizată cu ușurință la sistemele lumino-optice utilizate la copierea continuă a imaginii și a fonogramei, deoarece suprafața ferestrei de copiere este mai redusă. Mult mai dificilă este uniformizarea iluminării la mașinile cu mers sacadat întrucît, după cum se știe, fereastra de copiere are o suprafață mai mare. Se admite ca diferența de iluminare ΔE dintre centrul și marginile fotogramei să nu depășească 4—5%.

Intercalarea mediilor dispersante (geam lăptos sau mat) în calea fluxului luminos în scopul uniformizării iluminării în fereastra de copiere trebuie să se facă numai în caz de strictă necesitate, pentru că acestea micșorează în același timp claritatea imaginii.

● **Iluminarea în fereastra de copiere trebuie să fie cît mai constantă în timp.** Variațiile fluxului luminos pe parcursul copierii unei bobine de film provoacă diferențe nedorite de densitate și culoare în copiile realizate.

Pentru a asigura constanța necesară a fluxului luminos se iau o serie de măsuri, după cum urmează:

— alimentarea lămpilor de copiere se face numai cu curent electric stabilizat;

— în timpul procesului de copiere se efectuează un control riguros al tensiunii și intensității curentului de alimentare;
 — periodic se controlează cu ajutorul luxmetrului iluminarea în fereastra de copiere;
 — noile lampi de copiere sunt supuse înainte de montare operației de „îmbătrânire”, adică sunt lăsate sub tensiune un număr de ore pentru a stabili fluxul luminos emis.

● Temperatura de culoare a fluxului de copiere trebuie să fie adecvată sensibilității spectrale a peliculelor virgine și stabilă în timp. La copierea pe pelicule alb-negru nesensibilizate optic nu se impun condiții față de temperatura de culoare a fluxului luminos. Pentru copierea de pe materiale color pe pelicule pancromatice alb-negru și în special pe pelicule color, se cere ca fluxul luminos emis de lampile de copiere să fie continuu, iar temperatura sa de culoare să aibă o valoare în jur de 3.000 K, care nu trebuie să se modifice în timp. De aceea este indicat ca alegerea lampilor de copiere să se facă după aceste criterii, iar temperatura de culoare să se măsoare periodic cu un instrument adecvat. Temperatura de culoare se poate regla prin modificarea corespunzătoare a tensiunii de alimentare a lampilor de copiere.

2. Sisteme lumino-optice

● În figura 54 este redată schema sistemului lumino-optic pentru imagine al mașinii de copiat Matipo CS-Debie. Sistemul se compune din sursa de lumină 1 situată în focarul oglinzii 2, care servește la mărirea randamentului luminos. În continuare se află dispus filtrul caloric 3, care protejează restul elementelor de căldura emisă de sursa de lumină. Urmează fișa de lumini 4 și forfiltrul 5, care sunt mijloace de modificare cantitativă și calitativă a fluxului luminos cerută de procesul de etalonare. Geamul mat 6 contribuie

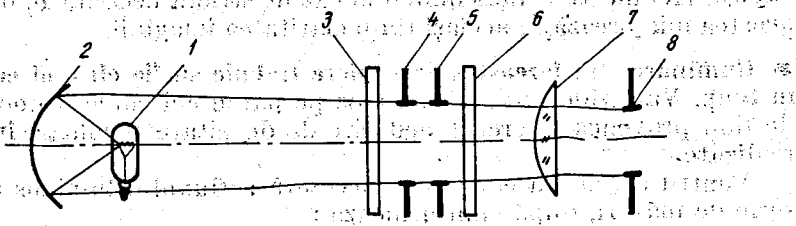


Fig. 54. Schema sistemului lumino-optic pentru imagine al mașinii de copiat Matipo CS-Debie.

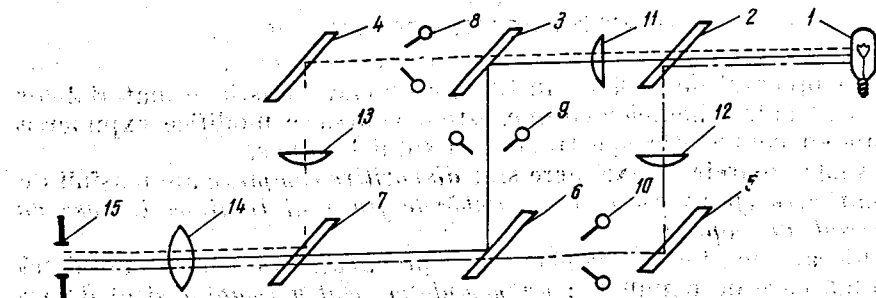


Fig. 55. Schema sistemului lumino-optic al mașinii pentru copierea aditivă color Bell-Howell.

la mărirea uniformității iluminării în fereastra de copiere 8. Între geamul mat și fereastră se află lentila plan-convexă 7 care concentrează fluxul luminos.

● În figura 55 este prezentată schema de principiu a sistemului lumino-optic pentru copierea imaginii de la mașina aditivă de copiat Bell-Howell. Fluxul de lumină albă emis de lampa 1 este descompus în trei fluxuri elementare indigo, verde și roșu de către oglinzile dichroice, interferențiale, semitransparente 2, 3, 4, 5, 6 și 7. Aceste fluxuri elementare sunt modulate cu ajutorul valvelor 8, 9 și 10 și concentrate de lentilele 11, 12 și 13. În final cele trei fluxuri se reamestecă prin intermediul condensatorului 14 în fereastra de copiere 15.

Trebuie menționat că cele șase oglinzi dichroice interferențiale, care transmit și reflectă lumina în mod diferențiat în funcție de lungimea de undă precum și valvele, care modulează cantitativ fiecare flux elementar, reprezintă mijloace de reglare a fluxului luminos cerută de procesul de etalonare a filmelor.

○ **Observație.** Sistemele lumino-optice pentru copierea fonogramei prin contact sunt mai simple din punct de vedere constructiv datorită suprafeței mai reduse a ferestrei de copiere. În acest caz se impune utilizarea de filtre albastre și a unui flux luminos cât mai colimat pentru a reduce la minimum difuzia luminii în emulsia peliculei.

○ **Notă.** La toate sistemele lumino-optice la care se întrebuințează lampi cu putere mai mare (peste 250 W), lanternele sunt prevăzute cu sistem de răcire. Acesta constă dintr-un ventilator care răcește sursa de lumină, evitând astfel supraîncălzirea părților componente ale sistemului lumino-optic.

D. MODULATOARELE DE EXPUNERE

La procesul de copiere, în funcție de caracteristicile materialelor primare și ale peliculelor virgine, este nevoie să se modifice expunerea și uneori compoziția spectrală a fluxului luminos.

Modulatoarele de expunere sint dispozitive complexe ale mașinii de copiat care efectuează toate schimbările fluxului luminos impuse de procesul de copiere.

Fiecare mașină de copiat este prevăzută de obicei cu două modulatoare de expunere: un modulator pentru imagine și al doilea modulator—pentru fonogramă.

1. Modulator pentru fonogramă

Modulatorul de expunere utilizat la copierea fonogramei este foarte simplu deoarece fiecare bobină a negativului de sunet se copiază cu o singură lumină de copiere de la început pînă la sfîrșit. Prin urmare pe parcursul unei bobine expunerea nu se modifică. Acest modulator constă dintr-un lăcaș aflat în calea fluxului luminos în care se introduce manual o placă metalică prevăzută cu un orificiu (diafragmă) de un anumit diametru. Există 20 de astfel de diafragme cu diametre diferite care se numesc *lumini de copiere*. În funcție de densitatea negativului de sunet și de sensibilitatea peliculei pozitive virgine, se alege acea lumină de copiere care va asigura în copia realizată densitatea necesară a fonogramei, prin modificarea corespunzătoare a intensității fluxului luminos.

2. Modulator pentru imagine

Modulatorul de expunere pentru copierea imaginii este mult mai complicat, datorită complexității problemelor pe care trebuie să le rezolve.

● Acest modulator trebuie să îndeplinească două **condiții tehnice** principale și anume:

— să realizeze schimbarea expunerii în mod automat și foarte rapid pe parcursul copierii unei bobine, astfel încît anumite porțiuni din bobina materialului primar să poată fi copiate cu diferite lumini de copiere;

— este necesar ca la copierea filmelor color, odată cu schimbarea expunerii, să modifice și compoziția spectrală a fluxului luminos pentru a realiza în acest mod corectarea culorilor imaginii.

În concluzie acest modulator trebuie să asigure în mod automat modificarea cantitativă a luminii la copierea filmelor alb-negru și schimbarea cantitativă concomitent cu cea calitativă a fluxului luminos la copierea filmelor color.

● Modulatorul de expunere pentru imagine întrebuintat la mașinile moderne de copiat se compune din următoarele **părți principale**:

— sistemul de reglare a fluxului luminos pentru corectarea negativului de imagine (fișa de lumini);

— sistemul de reglare a fluxului luminos pentru corectarea diferențelor de sensibilitate dintre turnările peliculei virgine (forfiltrul);

— sistemul de emiterie a impulsurilor pentru transportul fișei de lumini;

— mecanismul pentru asigurarea transportului fișei de lumini.

a. Sistemul de reglare a fluxului luminos pentru corectarea negativului de imagine (fișa de lumini)

Planurile negativului de imagine prezintă diferențe de densitate la filmele alb-negru și diferențe de densitate și culoare la filmele color. Pentru a se obține o copie de calitate, aceste diferențe se corectează în timpul procesului de copiere modificînd după necesități intensitatea generală și compoziția spectrală a fluxului luminos cu ajutorul așa-numitei *fișe de lumini*.

Fișa de lumini se confecționează în urma studierii negativului și conține corecții pentru fiecare plan în parte. Există două tipuri de fișe de lumini care se folosesc pe scară mai largă și anume: *fișa de lumini cu diafragme* și *fișa de lumini program*.

● **Fișa de lumini cu diafragme** (fig. 56) constă dintr-o bandă opacă cu lățimea de 35 mm, cu perforații pe margini, confecționată din carton sau chiar din peliculă voalată. Pe această bandă se poansonează (perforează) la distanțe egale l o serie de orificii (diafragme) cu diametrul variabil. Fiecare diafragmă reprezintă o lumină de

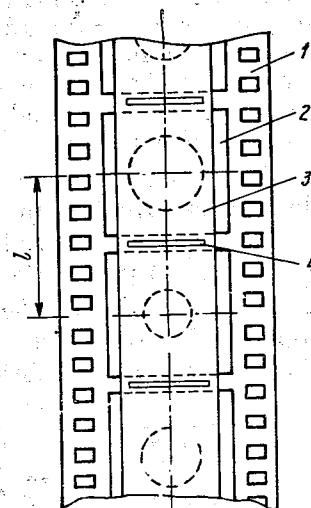


Fig. 56. Fișa de lumină cu diafragme:

1 — pelicula; 2 — filtre colorate;
3 — peliculă adezivă transparentă;
4 — capse metalice.

copiere și corespunde unei porțiuni din bobina negativului de imagine (un plan sau mai multe planuri) care necesită aceiași parametri de copiere. Există un număr de 20 de diafragme cu diametru diferit, care sînt de fapt cele 20 de lumini de copiere existente în ecartul lumină al mașinii.

Pentru corectarea culorilor fiecărui plan din negativele color, se fixează suplimentar pe diafragmele fișei de lumini, filtre substructive colorate (galbene, purpurii și azurii) care modifică compoziția spectrală a luminii.

Fișa de lumini cu diafragme este introdusă într-un canal special al mașinii, aflîndu-se astfel în calea fluxului luminos, pe care îl modulează direct. Ea este transportată în mod automat la distanța l în momentul trecerii la copierea planului următor. Se folosește la mașinile de copiat Debie, Prevost, OZX și UKA.

● **Fișa de lumini program** (fig. 57) se utilizează în exclusivitate pentru copierea filmelor color în sistemul aditiv. Ea este confecționată prin perforarea unei benzi înguste de carton cu ajutorul unei instalații speciale. Pentru fiecare plan sau porțiune din negativul color ce necesită aceiași parametri de copiere se stabilesc trei lumini de copiere, cîte una pentru fiecare dintre fluxurile elementare de lumină indigo, verde și roșu. În fișă se va perfora astfel, în sistem codificat, pentru un anumit plan al negativului, o combinație de perforații ce cuprinde trei lumini de copiere (din totalul de 50 de lumini posibile) care vor comanda modularea celor trei fluxuri elementare (I, V, R) pe cale mecanică.

Fișa program modulează pe cale mecanică fluxurile elementare de lumină prin intermediul a trei perechi de clapete (obloane) denumite „valve” care se închid sau se deschid într-o măsură mai mare sau mai mică în funcție de luminile de copiere alese.

Acest tip de fișă de lumini se utilizează la mașina aditivă de copiat Bell-Howell, precum și la alte mașini care au adoptat-o ulterior (de exemplu Debie).

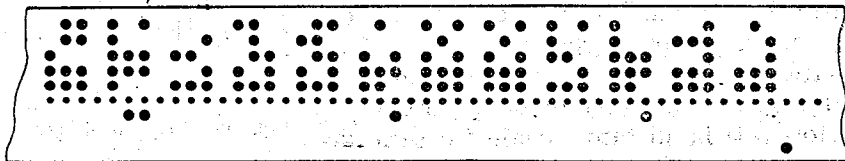


Fig. 57. Fișa de lumini-program.

b. Sistemul de reglare a fluxului luminos pentru corectarea diferențelor de sensibilitate dintre turnările peliculei virgine (forfiltrul).

Între diferitele turnări și în special între emulsiile peliculei virgine există din fabricație diferențe de sensibilitate, care uneori pot fi apreciabile. Datorită acestui fapt, dacă nu se iau măsuri speciale, la schimbarea peliculei virgine imaginea copiată va prezenta schimbări de densitate. În plus, peliculele virgine color prezintă și diferențe de sensibilitate între cele trei straturi, care dacă nu se iau în considerație, la schimbarea turnărilor și emulsiilor vor provoca dezechilibrarea balanței de culoare.

Prin operația de normare, care va fi descrisă mai târziu, se stabilește pentru fiecare turnare a peliculei virgine o corecție a fluxului luminos, care folosită la copiere va anula diferențele de sensibilitate existente din fabricație. Corectarea fluxului luminos se face în acest caz cu așa-numitul forfiltru.

La copierea peliculelor alb-negru forfiltrul prezintă un simplu filtru gri-neutru ce se plasează în fața fluxului luminos.

La copierea substractivă a peliculelor color, forfiltrul se prezintă sub forma unei diafragme (de obicei diafragma cu diametrul maxim ce corespunde luminii nr. 20) pe care se aplică filtrele de corecție (G, P și Az) corespunzătoare (fig. 58). La copierea aditivă color forfiltrul se materializează într-o anumită reglare inițială a celor trei valve (trei lumini de copiere din cele 50 existente, cîte una pentru fiecare flux elementar I, V și R) care modulează lumina de copiere.

c. Sistemul de emiterie a impulsurilor pentru transportul fișei de lumini

În momentul terminării copierii unui plan din negativ, este necesară emiteria unui impuls care să pună în funcție mecanismul de transport al fișei de lumini. Acesta trebuie să deplaseze fișa de lumini cu o poziție, ceea ce duce la modificarea parametrilor de copiere.

Există mai multe sisteme de emiterie a impulsurilor pentru schimbarea luminii de co-

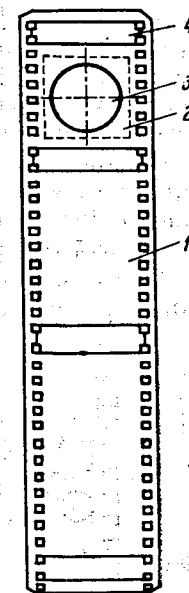


Fig. 58. Forfiltru pentru copierea substractivă:

1 — benzi suprapuse de peliculă neagră; 2 — filtre color; 3 — diagramă; 4 — agrafe metalice.

piere. Dintre acestea au căpătat o întrebuințare mai largă următoarele :

- sistemul cu ancoșe pe marginea negativului ;
- sistemul cu semnale magnetice pe negativ ;
- sistemul cu bandă sincronă ;
- sistemul cu programare electronică.

● **Sistemul cu ancoșe pe marginea negativului** este cel mai frecvent utilizat în practică. Se decupează pe o întindere de câteva perforații marginea negativului cu ajutorul unui dispozitiv special, în locul în care este necesară schimbarea luminii de copiere. Acest decupaj, denumit *ancoșă*, nu trebuie să atingă perforațiile.

În figura 59 (pozițiile *a* și *b*) se poate urmări modul de funcționare a acestui sistem de emiter a impulsurilor pentru schimbarea luminilor de copiere.

Pe marginea peliculei negative aflate în mișcare prin canalul de film 1 și prin fața ferestrei de copiere 2, se sprijină rola 4 montată pe pîrghia 3, care basculează în jurul axului 6. Cu ajutorul arcului 5 se asigură un contact strîns între rola 4 și marginea peliculei. Pîrghia 3 este conectată într-un circuit electric în care se află și electromagnetul dispozitivului de transport al fișei de lumini. În condiții normale acest circuit este deschis (poziția *a*). În momentul în care rola pătrunde într-o ancoșă (poziția *b*), pîrghia 3 se deplasează și aduce în contact punctele 7 și 8, introducînd curent în circuitul electric. În acest mod ancoșa introduce în funcție electromagnetul dispozitivului, care transportă fișa pe o distanță corespunzătoare unei lumini de copiere.

Acest sistem prezintă dezavantajul că slăbește rezistența mecanică a negativului în zona ancoșei, ceea ce facilitează ruperea perforațiilor.

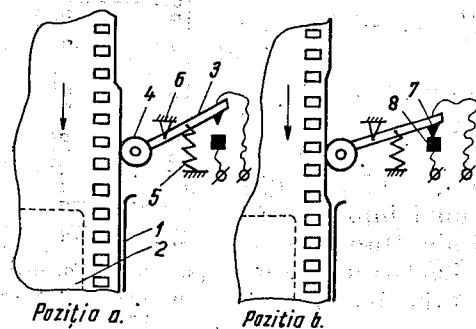


Fig. 59. Schema sistemului de emiter a impulsurilor de la ancoșele negativului.

● **Sistemul cu semnale magnetice pe negativ** este superior sistemului precedent, deoarece se renunță la ancoșe. Pe marginea peliculei negative, în locurile în care este necesară schimbarea luminii, se aplică niște folii metalice magnetizate. La trecerea acestor folii printr-un cap în care se află un cîmp electromagnetic, se produce o modificare a cîmpului ceea ce

constituie impulsul care acționează mecanismul de transport al fișei de lumini.

● **Sistemul cu bandă sincronă** se bazează pe utilizarea unei pelicule speciale, denumite bandă sincronă, care emite impulsurile necesare schimbării luminilor de copiere. Banda sincronă (fig. 60), pe suprafața căreia se practică din loc în loc decupaje dreptunghiulare aflate pe aceeași linie este deplasată în mod continuu cu viteză constantă de un tambur dințat acționat de către mecanismul transportor al mașinii de copiat printr-un sistem de reducere. Viteza benzii sincrone V_1 este mai mică decît viteza V_2 a peliculei negative. Cunoscînd lungimea planului din negativ P_2 ce trebuie copiat cu o anumită lumină, se poate calcula distanța P_1 la care trebuie să se execute pe banda sincronă decupajul următor care va emite impulsul pentru schimbarea luminii de copiere. Calculul se face cu ajutorul relației :

$$P_1 = P_2 \cdot \frac{V_1}{V_2}$$

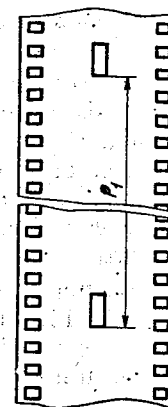


Fig. 60. Bandă sincronă.

Pregătirea benzii sincrone se realizează cu ajutorul unei mese de sincronizare.

Banda sincronă se încarcă într-un dispozitiv special al mașinii de copiat (denumit „organ U” la mașinile Debie), care asigură deplasarea continuă a acesteia.

Pe suprafața benzii se sprijină o lamă metalică care pătrunde în decupaje conectînd circuitul electric al mecanismului de antrenare a fișei de lumini.

● **Sistemul cu programare electronică**, elaborat în ultimul timp, constituie un progres tehnic important în acest domeniu.

Se confecționează pentru fiecare bobină de negativ cîte o bandă program ce conține în sistem codificat programarea schimbării luminilor de copiere. Această bandă se introduce într-un dispozitiv anexă al mașinii de copiat care transmite la timpul potrivit impulsurile pentru deplasarea fișei de lumini.

d. Mecanismul pentru asigurarea transportului fișei de lumină.

Acesta este un mecanism care constă dintr-un electromagnet și un sistem cinematic care asigură deplasarea intermitentă și foarte rapidă a fișei de lumină. În momentul primirii impulsului, adică al trecerii curentului electric, electromagnetul pune în funcție mecanismul care asigură transportul fișei pe o distanță constantă l , după care fișa de lumină rămâne în repaus până la primirea impulsului următor.

La mașinile cu mers sacadat, transportul fișei de lumină trebuie să se facă în intervalul de timp cît obturatorul este închis. La mașinile cu mers continuu, schimbarea luminii nu trebuie să afecteze decît maximum o fotografie.

E. DISPOZITIVE AUXILIARE ALE MAȘINILOR DE COPIAT

Mașinile moderne de copiat sînt dotate cu o serie de dispozitive auxiliare care asigură condiții superioare de funcționare și exploatare. Dintre acestea prezintă o importanță mai mare *dispozitivele automate de oprire, dispozitivele pentru lucrări speciale, dispozitivele pentru îndepărtarea prafului, frecțiile, instrumentele de măsurat și dispozitivele pentru copierea sub lichid.*

- **Dispozitivele automate de oprire** opresc funcționarea mașinilor de copiat prin decuplarea mufelor de fricțiune ce leagă motorul electric de mecanismul transportor sau prin întreruperea alimentării cu curent a electromotorului. Dispozitivele de oprire pot intra în funcție într-o serie de cazuri ca: ruperea peliculei negative, arderea lămpii de copiere, terminarea bobinei etc.

- **Dispozitivele pentru lucrări speciale** sînt dispozitive complexe destinate pentru realizarea unor efecte cinematografice ce se montează în filme cum ar fi înălțările și fondu-urile. Aceste dispozitive lucrează în mod automat prin programare prealabilă în funcție de caracteristicile lucrărilor executate.

- **Dispozitivele pentru îndepărtarea prafului** se montează imediat după casetele debitoare și absorb impuritățile de pe suprafețele peliculelor și în special praful de perforație de pe pelicula virgină.

- **Frecțiile** de la casetele debitoare și receptoare sînt dispozitive speciale care asigură frînarea și respectiv bobinarea peliculelor.

- **Instrumentele de măsurat** sînt de regulă ampermetre și voltmetre de mare precizie, care asigură stabilirea și controlul regimului de alimentare electrică a lămpilor de copiere.

- **Dispozitivele pentru copierea sub lichid (prin imersie)** se montează în special la mașinile optice de copiat și au rolul de a întinde pe suprafețele peliculei supusă copierii un strat foarte fin și uniform dintr-o substanță organică lichidă volatilă, avînd indicii de refracție egal cu al suportului. Prin aceasta se exclude fotocopiarea defecțiunilor mecanice (zgirieturi și frecături) aflate pe suprafețele materialului primar.

F. CONTROLUL PERFORMANTELOR ȘI REGLAREA MAȘINILOR DE COPIAT

Mașinile de copiat fiind utilaje de mare complexitate și precizie trebuie să fie verificate și reglate înainte de utilizare și pe parcursul exploatării. În acest scop se execută o serie de lucrări prin care se verifică performanțele tehnice și se reglează unele părți componente ale mașinilor de copiat.

În continuare vom descrie pe scurt principalele lucrări ce se efectuează în laboratoarele de prelucrare a peliculei pentru controlul și reglarea mașinilor de copiat.

1. Verificarea dimensiunilor ferestrelor de copiere

Suprafața ferestrei de copiere de la mașinile de copiat, este mai mare decît suprafața fotogramei obținute în procesul de filmare cu ajutorul aparatelor de luat vederi. Ținînd seama de acest fapt și pentru a evita eventualele defecte, dimensiunile ferestrelor de copiere se normează atît pentru imagine cît și pentru fonogramă.

În figurile 61, 62 și 63 sînt prezentate forme și amplasarea, în funcție de poziția și dimensiunile peliculelor, ale ferestrelor de copiere pentru imagine de la mașinile de copiat cu mers sacadat pentru formatele de 35 mm, 16 mm și 2×16 mm.

În tabela 9 sînt redată dimensiunile ferestrelor de copiere, prezentate în figurile 61, 62 și 63, cu toleranțele admisibile prevăzute de standardele existente în acest domeniu.

Pentru ferestrele destinate copierii continue a imaginii se normează numai lățimea B și distanța pînă la marginea peliculei m , care sînt identice cu cele ale ferestrelor utilizate la copierea sacadată redată

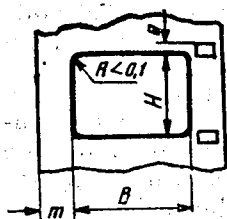


Fig. 61. Fereastra de copiere pentru pelicula de 35 mm, la mașinile cu mers sacadat.

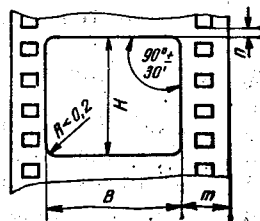


Fig. 62. Fereastra de copiere pentru pelicula de 16 mm, la mașinile cu mers sacadat.

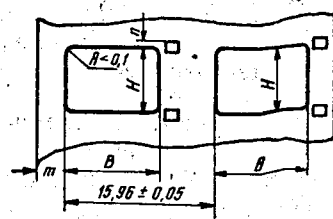


Fig. 63. Ferestrele de copiere pentru pelicula de 32 mm (2 x 16 mm) la mașinile cu mers sacadat.

în tabela 9. Celelalte dimensiuni (H și n) depind de caracteristicile constructive ale mașinilor de copiat.

Dimensiunile ferestrelor de copiere

Tipul ferestrei de copiere	Dimensiunile [mm]			
	B	H	m	n
Pentru copierea sacadată prin contact a imaginii normale și cinemascop pe peliculă de 35 mm. (fig. 61)	$22,5 \pm 0,1$	$19,1 \pm 0,1$	$7,6 - 0,1$	$1,3 \pm 0,2$
Pentru copierea sacadată prin contact a imaginii pe peliculă de 16 mm și 2 x 16 mm (fig. 62 și 63)	$10,4 \pm 0,1$	$7,65 \pm 0,05$	$2,74 \pm 0,05$	$0,6 \pm 0,08$
Pentru copierea optică sacadată a imaginii de pe peliculă de 35 mm pe peliculă de 16 mm sau 2 x 16 mm : fereastra pt. 35 mm fereastra pt. 16 mm	$22,3 \pm 0,1$ $10,4 \pm 0,1$	$16,5 \pm 0,1$ $7,65 \pm 0,05$	$2,74 \pm 0,05$ $2,74 \pm 0,05$	$2,6 \pm 0,1$ $0,06 \pm 0,08$

La ferestrele de copiere a fonogramei se normează numai lățimea care trebuie să asigure o coloană sonoră cu dimensiuni normale (la 35 mm lățimea este de $2,9 \pm 0,1$ mm).

Dimensiunile și amplasarea ferestrelor de copiere se măsoară fie pe cale mecanică, cu ajutorul unor instrumente adecvate (calibre, șabloane, micrometru etc.), fie pe cale fotografică — prin impresiionarea unei pelicule virgine în mașina de copiat. După dezvoltare, această probă fotografică, care trebuie să aibă o densitate de 1,3 — 1,6, se măsoară de asemenea cu ajutorul unor instrumente.

2. Controlul stabilității imaginii în procesul de copiere

Amplasarea geometrică a fotogramelor imaginii copiate trebuie să fie identică, atât pe orizontală cât și pe verticală, pe toată lungimea peliculei. Dacă această condiție nu se realizează, se va constata pe ecran o instabilitate a imaginii, care atunci când este accentuată duce la rebutarea peliculei.

Instabilitatea, sau cum se mai numește „jocul” imaginii, se datorește defecțiunilor existente în funcționarea mecanismului transportor și de multe ori este însoțită de forțarea sau chiar spargerea perforațiilor.

Controlul stabilității de copiere se efectuează prin copierea de două ori a unei pelicule test, ce conține un desen geometric special, pe aceeași peliculă virgină. După dezvoltare proba este vizionată pe ecran. Dacă stabilitatea este corespunzătoare, liniile desenului se suprapun perfect atât pe verticală, cât și pe orizontală. În caz contrar, se observă un joc relativ al liniilor, ceea ce impune reglarea mecanismului transportor.

3. Determinarea clarității de copiere

Așa cum s-a arătat în capitolul III, claritatea de copiere se determină indirect măsurând capacitatea de rezoluție ce se obține pe un anumit tip de peliculă, copiată pe mașina care se controlează.

Pentru aceasta se ia un film test ce conține în centrul și pe marginile fotogramei mai multe mire de control și se copiază pe o peliculă virgină, de exemplu pe peliculă dup-pozitiv. Expunerea și dezvoltarea se face astfel încât să se obțină întotdeauna o anumită densitate a fondului (circa 0,1). Proba obținută este analizată cu ajutorul unui microscop, la o mărire de aproximativ 50 de ori și se determină numărul maxim de linii rezolvate în diferite zone ale fotogramei.

Dacă rezultatele sînt necorespunzătoare se reglează sistemul de presare a peliculelor în fereastra de copiere.

4. Controlul uniformității iluminării în fereastra de copiere

Acest control se face numai la mașinile de copiat cu mers sacadat, deoarece în acest caz uniformitatea iluminării în fereastra de copiere se realizează cu mai mare dificultate decât la mașinile cu mers continuu.

Pentru efectuarea acestui control se folosesc în practică două metode: *luxmetrică* și *fotografică*.

● **Metoda luxmetrică.** Se măsoară de mai multe ori iluminarea în fereastra de copiere cu ajutorul unui luxmetru pe suprafața căruia se aplică pe rând câte o mască specială. Fiecare mască are câte un mic decupaj dreptunghiular sau circular situat în centrul sau pe marginile ferestrei de copiere. Valorile celor circa cinci măsurători se compară și se calculează neuniformitatea iluminării în procente.

● **Metoda fotografică.** Se impresionează în mașina de copiat, în lumină directă, o peliculă virgină utilizând o expunere care să dea după dezvoltare o densitate de aproximativ 1,0. Se citesc valorile densităților în centrul și în colțurile fotografe și apoi se calculează neuniformitatea iluminării ca în cazul precedent.

Neuniformitatea iluminării în fereastra de copiere nu trebuie să fie mai mare de 5%. În caz contrar, este necesar să se verifice și să se regleze sistemul lumino-optic.

5. Măsurarea temperaturii de culoare

Pentru copierea filmelor color, temperatura de culoare a fluxului luminos reprezintă o caracteristică de maximă importanță. Variațiile temperaturii de culoare a luminii de copiere, chiar dacă iluminarea în fereastra mașinii rămâne constantă, duc la dezechilibrarea balanței de culoare a filmelor. De aceea se impune ca temperatura de culoare să se controleze cu regularitate. Pentru măsurarea temperaturii de culoare în fereastra de copiere, se folosește un instrument special cu scală gradată în grade Kelvin, cum ar fi de exemplu instrumentul Collux. Dacă lipsește acest instrument, determinarea relativă a temperaturii de culoare se poate face și cu ajutorul unui luxmetru obișnuit, prevăzut cu fotocelulă de seleniu. Se efectuează două măsurări prin filtre zonale roșu și albastru și se calculează raportul dintre cele două valori măsurate ale iluminării. Acest raport exprimă indirect valoarea temperaturii de culoare.

6. Controlul și reglarea frecțiilor

Frecțiile de la casetele debitoare și receptoare sînt dispozitive care asigură o întindere normală a peliculelor în mașina de copiat. Frecția de la caseta debitoare trebuie să asigure o tensiune minimă, astfel ca pelicula să nu se deruleze singură. Frecția de la caseta receptoare este mai puternică, pentru a putea realiza înfășurarea normală a peliculelor.

Reglarea frecțiilor se face astfel încît să se asigure la o bobină de 300 m o tensiune de 250—400 gf.

Pentru această verificare se prinde un dinamometru de capătul peliculei și se reglează șurubul frecției astfel încît pelicula să înceapă să se deruleze la o forță de 250 gf citită pe cadranul aparatului.

7. Reglarea mecanismelor cu grifă și cu contragrifă

Dacă grifa și contragrifa sînt montate greșit se produc forțări și chiar spargeri ale perforațiilor peliculei.

În primul rînd se cere ca grifa și contragrifa să corespundă tipului de perforație (negativă sau pozitivă) existent la peliculele utilizate.

În al doilea rînd, trebuie să se regleze corect distanța dintre grifă și contragrifă. Pentru realizarea acestui reglaj se încarcă în mașină o bucată de peliculă și se acționează manual mecanismul transportor pînă cînd atît dinții grifei, cît și ai contragrifei, pătrund în perforații. Se reglează apoi, dacă este necesar, distanța dintre grifă și contragrifă cu ajutorul bușei aflate în excentricul grifei, pînă cînd dinții acestor două mecanisme ocupă poziția corectă în perforații.

8. Verificarea sincronismului dintre fișa de lumini și obturator

La mașinile de copiat cu mers sacadat este necesar să se verifice dacă există sincronizare perfectă între deplasarea fișei de lumini și funcționarea obturatorului. După cum se știe, deplasarea fișei de lumini trebuie să se efectueze numai pe obturator închis. În caz contrar, la schimbarea planurilor apar diferențe de densitate care înrăutățesc calitatea imaginii copiate.

Pentru efectuarea acestei verificări se fac două probe:

— se încarcă în mașină în locul negativului o peliculă transparentă (blanc) cu cîteva ancoșe din jumătate în jumătate de metru și o bucată corespunzătoare de peliculă pozitivă virgină. Se efectuează

copierea cu o fișă de lumini cu diafragme, care conține de mai multe ori aceeași lumină (de exemplu, lumina nr. 13). Condițiile de copiere sînt astfel alese încît în final să se obțină o densitate aproximativ egală cu 1,0. Pozitivului obținut după dezvoltare i se măsoară densitatea optică, a cărei valoare trebuie să fie aceeași pe toate fotografiemele;

— se încarcă în mașină același blanc cu ancoșe și o altă bucată de peliculă pozitivă virgină. Se copiază cu o fișă ce conține de astă dată lumini diferite de copiere. După dezvoltare se măsoară densitățile la schimbările luminii de copiere. Modificarea de densitate trebuie să se producă exact în momentul modificării expunerii la copiere (la schimbarea luminii).

G. EXPLOATAREA MAȘINILOR DE COPIAT

Mașinile de copiat sînt montate în încăperi obscurizate, prevăzute cu o bună ventilație și, dacă este posibil, cu sistem de condiționare a aerului. Dacă aerul este condiționat, pelicula va avea o planeitate optimă și va trece cu ușurință prin mașina de copiat fără să se producă zgîrieturi, frecături sau inele Newton.

Încăperile în care se efectuează copierea sînt dotate cu iluminare inactivă generală și locală. Pentru peliculele virgine ortocromatice (pozitiv alb-negru, dup-pozitiv, dup-negativ etc.) se utilizează lumină roșie, iar pentru peliculele pancromatice (pozitiv color, dup-pozitiv, dup-negativ etc.) se folosește lumină slab verzuie. Rezultate foarte bune se obțin prin întrebuințarea lămpilor cu vapori de sodiu pe lanterna cărora se aplică, după caz, anumite filtre de sticlă.

Eficiența iluminării inactice se verifică prin menținerea unor bucăți de peliculă virgină timp de 10—15 minute în condițiile încăperii respective, care după aceea se dezvoltă. Apoi se măsoară voalul fotografic obținut pe aceste probe și se trag concluziile necesare.

Înainte de începerea lucrului, mașina de copiat este verificată din punct de vedere tehnic prin efectuarea unor măsurări și reglări. Lămpile se conectează cu cel puțin o jumătate de oră înainte de începerea copierii, pentru a intra într-un regim constant de emisie. O atenție deosebită trebuie să se acorde curățirii de impurități a mașinii și în special a canalului de copiere.

După primirea lucrării, copierul verifică concordanța datelor înscrise pe etichetele cutiilor cu peliculă cu datele existente în bonul de lucru (titlul filmului, numărul actului, turnarea și emulsia peliculei virgine etc.). Apoi se face încărcarea materialelor primare

(imagine și sunet) cu semnele de start în ferestrele de copiere, precum și a peliculei virgine. În continuare se introduc fișa de lumini și forfiltrul și se fixează valorile necesare ale tensiunii și intensității curentului de alimentare a lămpii de copiere.

După aceasta, mașina este pusă în funcțiune. În tot timpul copierii mașina este supravegheată cu mare atenție.

După terminarea copierii unei comenzi, pelicula impresionată este trimisă la dezvoltaj, iar materialele primare — la CTC, unde sînt controlate.

Mașinile de copiat sînt supuse unor lucrări de întreținere zilnice, periodice și generale. Întreținerea cu caracter profilactic are o mare însemnătate pentru evitarea defectiunilor în exploatare.

H. TIPURI DE MAȘINI DE COPIAT

Pentru copierea filmelor în laboratoarele de prelucrare a peliculei se întrebuințează diverse mașini de copiat.

În cele ce urmează vom descrie pe scurt cîteva tipuri de mașini de copiat cu care sînt dotate laboratoarele din țara noastră.

1. Mașini cu mers sacadat

- **Mașina de copiat Matipo CS - Debie** (Franța) este destinată copierii prin contact a peliculelor color de 35 mm. Are viteză variabilă cuprinsă între 2 și 20 de fotograme/s, ceea ce corespunde la 200—1370 m/h. Transportul intermitent al peliculelor este realizat de către un mecanism cu grifă. Se livrează cu canal plan sau canal în „V”. Presarea peliculelor se face cu ramă pulsantă și cristal. Copierea imaginii se efectuează cu o lămpă de 750 W și 120 V, iar copierea fonogramei — cu o lămpă de 30 W și 6 V. Modularea fluxului luminos se face pe cale subtractivă, prin intermediul fișei de lumini cu diafragme. Mașina este prevăzută cu un dispozitiv special denumit „organ U”, care comandă o serie de lucrări speciale (fonderii în lanțuri etc.).

- **Mașina de copiat Tipro-color - Debie** (Franța) (fig. 64) este destinată copierii optice a negativelor și contratipelor de 35 mm pe

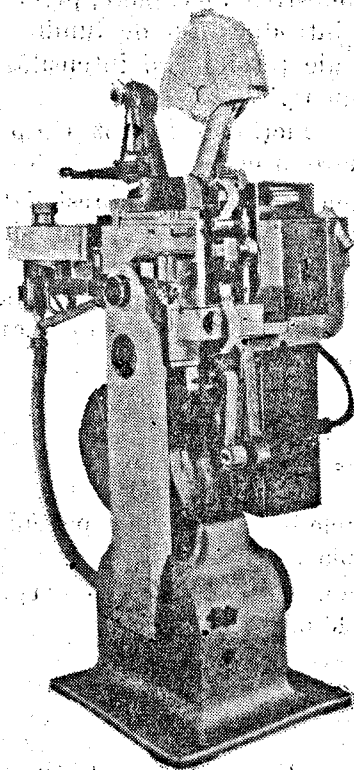


Fig. 64. Mașina de copiat Tipro-Color.

● Mașina de copiat Bell-Howell model C (SUA) (fig. 65) este o mașină modernă destinată copierii aditive prin contact a filmelor color de 35 mm. Datorită sistemului lumino-optic original, iluminarea în fereastra de copiere este ridicată, ceea ce asigură o productivitate foarte mare (1 200—3 600 m/h). Copierea imaginii se realizează pe un tambur cu 64 de dinți de construcție perfecționată, care exclude practic alunecarea relativă a celor două pelicule. La imagine se întrebuițează o lampă de 1 200 W/120 V, iar la sunet una de 30 W/6 V.

Modularea fluxului luminos de imagine se face cu fișă-program în care, pentru fiecare flux elementar de copiere (I, V și R), există câte 50 de lumini de copiere.

peliculă de 32 mm (2×16 mm). Atât imaginea, cât și fonograma sînt micșorate și dublate cu ajutorul unor obiective speciale. Pentru copierea imaginii se folosește un obiectiv cu $F = 97$ mm și cu deschiderea relativă de 1:3. Lampa pentru imagine este de 380 W/43 V, iar lampa pentru sunet de 100 W/6 V.

Restul caracteristicilor (presare, fișă de lumini, lucrări speciale etc.) sînt asemănătoare cu cele ale mașinii Matipo C' S.

2. Mașini de copiat cu mers continuu

● Mașina de copiat UKA-T (URSS) realizează copierea prin contact a peliculelor alb-negru și color de 35 mm și 16 mm. Se utilizează în special pentru executarea tirajului de copii, întrucît are viteză relativ ridicată (1 600 m/h) și mers reversibil. Copierea imaginii se face pe tambur dințat cu o lampă de 400 W/30 V. Copierea sunetului se efectuează cu o lampă identică. Fișa de lumini este cu diafragme, iar ancoșele se fac pe negativul de sunet.

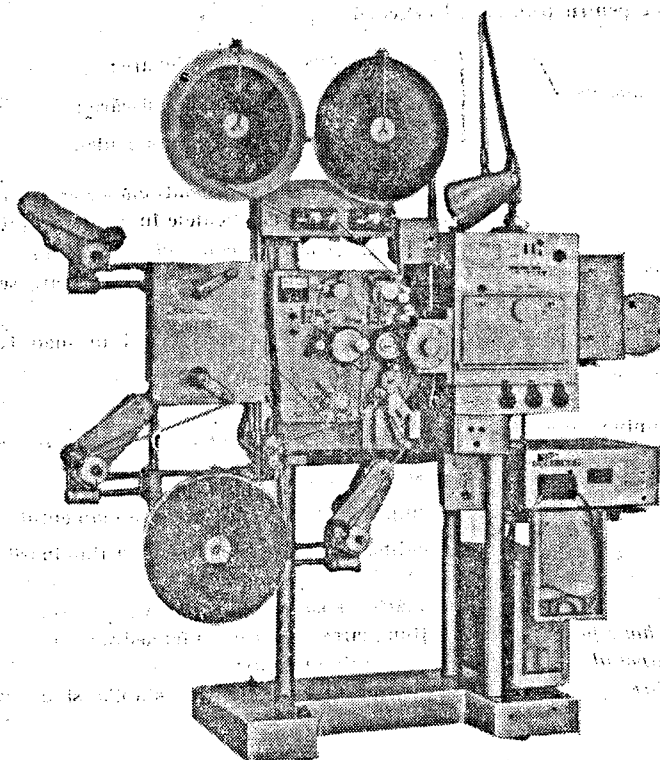


Fig. 65. Mașina de copiat Bell-Howell Model C.

Modularea fluxului luminos la copierea fonogramei se face prin modificarea curentului de alimentare a lămpii.

Rezumat

1. Principiul de funcționare a mașinilor de copiat

- a) Rolul mașinilor de copiat — copierea industrială a peliculelor.
- b) Clasificarea mașinilor de copiat

	{ — prin contact sau optice.
	{ — pentru copiere discontinuă sau continuă.

2. Mecanisme pentru transportul peliculei

- a) *Părți componente* {
- motor electric de acționare;
 - sistem de transmisie a mișcării;
 - sistem de antrenare a peliculei.
- b) *Mecanisme transportoare* {
- pentru copierea discontinuă (sacadată) a imaginii — antrenează peliculele în canal cu ajutorul grifei;
 - pentru copierea continuă a imaginii — antrenează peliculele cu tambur dințat, pe care se realizează copierea.
 - pentru copierea fonogramei în mod continuu pe tambur dințat.

3. Sisteme lumino-optice

- a) *Părți componente* {
- sursa de lumină;
 - mijloace pentru mărirea randamentului luminos;
 - mijloace pentru uniformizarea iluminării;
- b) *Condiții tehnice față de fluxul luminos al sistemelor lumino-optice* {
- mărimea suficientă;
 - iluminarea uniformă în fereastră;
 - constanță în timp;
 - temperatură de culoare stabilă și adecvată peliculelor.

4. Modulatatoare de expunere

- a) *Rolul modulatoarelor* — modifică fluxul luminos în procesul de copiere.
- b) *Felul modulatoarelor de expunere* {
- pentru imagine;
 - pentru fonogramă.
- c) *Părțile componente ale modulatorului pentru imagine* {
- sistemul pentru corectarea negativului (fișa de lumină);
 - sistemul pentru corectarea diferențelor de sensibilitate ale peliculei pozitive (forfiltrul);
 - sistemul de emiterie a impulsurilor;
 - mecanismul pentru transportul fișei de lumină.
- d) *Tipuri de fișe de lumină* {
- fișă de lumină cu diafragmă;
 - fișă de lumină — program.

e) *Sisteme de emiterie a impulsurilor*

- cu ancoșe pe marginea negativului;
- cu semnale magnetice pe negativ;
- cu bandă sincronă;
- cu programare electronică.

5. Dispozitive auxiliare ale mașinilor de copiat

Tipuri de dispozitive auxiliare

- dispozitive automate de oprire;
- dispozitive pentru lucrări speciale
- dispozitive pentru îndepărtarea prafului;
- frecțiile;
- instrumente de măsurat;
- dispozitive pentru copierea prin imersie (sub lichid).

6. Controlul performanțelor și reglarea mașinilor de copiat

Lucrări pentru controlul și reglarea mașinilor de copiat

- verificarea dimensiunilor ferestrelor de copiere;
- controlul stabilității imaginii;
- determinarea clarității de copiere;
- controlul uniformității iluminării;
- măsurarea temperaturii de culoare;
- controlul și reglarea frecțiilor;
- reglarea mecanismelor cu grifă și contragrifă;
- verificarea sincronismului dintre fișa de lumină și obturator.

7. Exploatarea mașinilor de copiat

- a) *Montarea mașinilor de copiat* — în încăperi prevăzute cu aer condiționat și lumină inactivă.
- b) *Exploatarea mașinilor de copiat* {
- pregătirea mașinilor pentru lucru;
 - copierea propriu-zisă;
 - lucrări de revizii și reparații.

8. Tipuri de mașini de copiat

Mașini de copiat care funcționează în țara noastră

- Matipo C S-Debie pt. 35 mm, cu mers sacadat;
- Tipro-color-Debie pt. 16 mm, cu mers sacadat;
- U K A-T pentru 35 și 16 mm, cu mers continuu;
- Bell-Howell-model C — pt. 35 mm cu mers continuu.

Verificarea cunoștințelor

1. Care sînt condițiile tehnice principale ce se impun față de mașinile de copiat?
2. Cum funcționează mecanismul cu grifă?
3. Ce sisteme de presare a peliculelor se utilizează la mașinile de copiat?
4. Cum se realizează copierea fonogramei fără alunecare?
5. Ce măsuri se iau pentru a asigura constanța în timp a iluminării în ferestre de copiere?
6. Care sînt părțile componente principale ale sistemului lumino-optic de la mașina Bell-Howell?
7. Cum modulează fluxul luminos fișa de lumini cu diafragmă?
8. Cum funcționează sistemul de emisie a impulsurilor cu bandă sincronă?
9. La ce servește dispozitivul automat de oprire a mașinii de copiat?
10. Cum se reglează mecanismele cu grifă și contragrifă?
11. Cum se determină claritatea de copiere?
12. Care sînt caracteristicile tehnice principale ale mașinii Bell-Howell?

Capitolul V

PELICULELE UTILIZATE ÎN CINEMATOGRAFIE ȘI TELEVIZIUNE

A. GENERALITĂȚI

1. Clasificarea peliculelor

Peliculele fotosensibile utilizate pentru realizarea producției de filme în cinematografie și televiziune sînt foarte numeroase și se pot clasifica după mai multe criterii.

● În funcție de natura constituenților imaginii, peliculele se pot împărți în două mari categorii, *alb-negru* (imaginea este formată din granule de argint metalic) și *color* (imaginea constă din coloranți). Remarcăm creșterea substanțială în ultimii ani a numărului de filme în culori produse pentru cinema și televiziune, ceea ce a dus la o extindere deosebită a producției peliculelor color în detrimentul celor alb-negru.

● După felul procedurii de prelucrare, deosebim de asemenea două mari grupe de pelicule și anume: *normale* și *reversibile*. Peliculele normale sînt astfel elaborate încît se obțin rezultate optime dacă se prelucrează prin procedee de tipul negativ-pozitiv (cu o singură dezvoltare). Cea de-a doua grupă de pelicule sînt destinate procedurilor reversibile de prelucrare (cu două dezvoltări).

● Un alt criteriu de clasificare îl constituie lățimea peliculelor care este determinată de diferitele formate ale imaginii întrebuintate în producția de filme. Se produc astfel în mod curent pelicule avînd următoarele lățimi: 8 mm, 16 mm, 32 mm (2 × 16 mm), 35 mm, 65 mm și 70 mm.

● Cel mai important criteriu de clasificare este **destinația pentru care sînt produse diferitele tipuri de pelicule**. În funcție de scopul utilizării lor în practică, peliculele se pot împărți în :

- pelicule pentru filmare;
- pelicule pentru realizarea de copii pozitive;
- pelicule pentru contratipare;
- pelicule pentru înregistrarea optică a sunetului.

2. Dimensiunile peliculelor și formatelor imaginii

Peliculele întrebuințate la realizarea filmelor au dimensiuni geometrice riguros normate, pentru a putea trece cu ușurință prin aparatele de filmat, mașinile de dezvoltat, mașinile de copiat și aparatele de proiecție.

În figura 66 sînt arătate, pentru peliculă de 35 mm, principalele dimensiuni normate și anume: lățimea (B), pasul perforației (t), distanța de la margine la perforație (m_1), distanța pe lățime dintre rîndurile de perforații (m_2), lățimea perforației (b) și înălțimea perforației (h). Aceste dimensiuni și toleranțele admisibile sînt redată în tabela 10 pentru peliculele de 8 mm, 16 mm, 35 mm și 70 mm.

În figura 67 sînt prezentate forma și dimensiunile celor două tipuri de perforații utilizate la pelicule de 35 mm, și anume: *perforația pozitivă* (KS) și *perforația negativă* (BH).

În practica cinematografică au căpătat o răspîndire mai largă următoarele formate ale imaginii: Panoramic (pe peliculă de 70 mm), Normal 35 și Cinemascope (pe peliculă de 35 mm), Normal 16 (pe peliculă de 16 mm) și Normal 8 și Super 8 (pe peliculă de 8 mm).

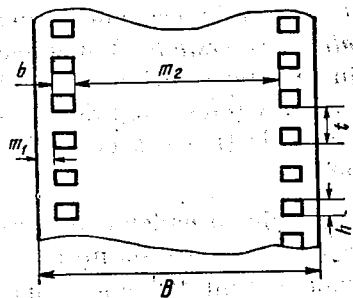


Fig. 66. Principalele dimensiuni ale peliculei.

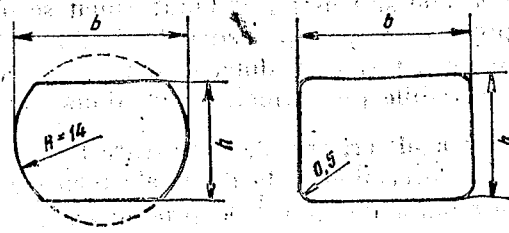


Fig. 67. Dimensiunile și forma perforațiilor:
a — perforația negativă (BH); b — perforație pozitivă (KS).

Dimensiunile normate ale peliculelor

Tabela 10

Tipul peliculei	Dimensiunile [mm]					
	B	t	m_1	m_2	b	h
Peliculă de 8 mm	8 -0,05	3,81 $\pm 0,01$	0,91 $\pm 0,05$	10,49 —	1,83 $\pm 0,01$	1,27 $\pm 0,01$
Peliculă de 16 mm	16 -0,05	7,62 $\pm 0,01$	0,91 $\pm 0,05$	10,49 —	1,83 $\pm 0,01$	1,27 $\pm 0,01$
Peliculă de 35 mm	35 -0,05	4,75 $\pm 0,01$	2,00 $\pm 0,05$	25,37 $\pm 0,05$	2,80 $\pm 0,01$	1,98* $\pm 0,01$
Peliculă de 70 mm	69,95 -0,05	4,75 $\pm 0,01$	5,45 $\pm 0,05$	53,40 $\pm 0,05$	2,80 $\pm 0,01$	1,98 $\pm 0,01$

* pentru perforația pozitivă (KS); la perforația negativă (BH) $h = 1,85 \pm 0,1$

Amplasarea fotogramelor și a fonogramelor la principalele formate sînt redată în figura 68, iar dimensiunile fotogramei la filmare (fereastra aparatului de filmat) și la proiecție (fereastra aparatului de proiecție) sînt prezentate în tabela nr. 11.

După cum se poate observa din tabela 11, formatul Super 8, care s-a extins foarte mult în ultimii ani, are suprafața fotogramei cu circa 30% mai mare decît formatul Normal 8, pentru aceeași lățime

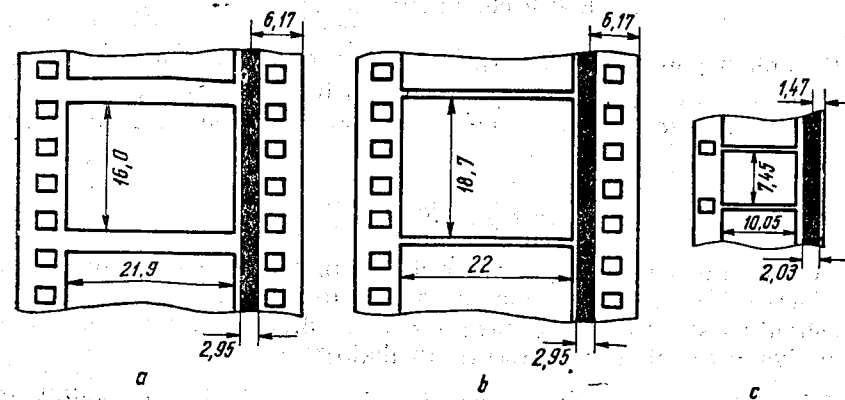


Fig. 68. Amplasarea fotogramei și fonogramei la unele formate ale imaginii:
a — format Normal 35 mm, cu fonogramă optică; b — format Cinemascope cu fonogramă optică;
c — format Normal 16 mm cu fonogramă optică.

Tabela 11

Formatele imaginii

Película	Formatul imaginii	Dimensiunile fotografei filmate		Dimensiunile fotografei proiectate		Suprafața fotografei [mm²]
		Lățime [mm]	Înălțime [mm]	Lățime [mm]	Înălțime [mm]	
70 mm	Panoramic	52,50	23,00	48,59	22,00	1 207,5
35 mm	Normal 35	21,90	16,00	20,70	15,20	350,0
	Cinemascop	22,00	18,70	21,10	18,10	411,4
16 mm	Normal 16	10,05	7,45	9,45	7,05	74,9
8 mm	Normal 8	4,90	3,55	4,40	3,25	17,4
	Super 8	5,69	4,01	5,11	4,21	22,8

a peliculei. Această creștere a suprafeței fotografei s-a obținut prin micșorarea lățimii perforației și prin reducerea spațiului dintre fotografe.

B. TIPURI DE PELICULE

1. Pelicule pentru filmare

Peliculele pentru filmare sînt de două feluri și anume: *pelicule negative* (pe care după prelucrare se obține imaginea negativă) și *pelicule reversibile* (pe care după prelucrare se obține direct imaginea pozitivă).

a. Peliculele negative alb-negru și color

Acestea au sensibilitate ridicată la lumină, cuprinsă între 15° și 27° DIN. Sensibilitatea lor spectrală cuprinde toată zona vizibilă a spectrului. Au contrast scăzut ($\gamma = 0,50-0,70$) și un bun tratament împotriva difuziei luminii (strat antihalo).

● **Peliculele negative alb-negru** sînt de trei feluri: *cu sensibilitate redusă* (circa 15° DIN) și *granulație foarte fină* (pentru filmări în exterior); *cu sensibilitate medie* (circa 21° DIN), denumite *universale*

(pentru filmări exterioare și interioare) și *cu sensibilitate ridicată* (circa 25° DIN), *avînd granulație mai mare* (pentru filmări în condiții de iluminare scăzută).

În tabela 12 sînt prezentate peliculele negative alb-negru fabricate de firmele Kodak, Agfa-Gevaert, ORWO și de fabricile din U.R.S.S.

Tabela 12

Peliculele negative alb-negru

Tipul peliculei negative alb-negru	Firma producătoare	Sensibilitate ASA/DIN		Revelator indicat	γ recomandat
		lumină de zi	lumină cu incandescență		
Plus X	Kodak	80/20	64/19	D-76	0,6-0,7
Double X	"	250/25	200/24	D-76	0,6-0,7
Tri X	"	320/26	250/25	D-76	0,6-0,7
Gevapan 30	Agfa-Gevaert	80/20	64/19	G-206	0,65
Gévapan 36	"	250/25	200/24	G-206	0,65
NP-55	Orwo	125/22	125/22	ORWO-Nr.19	0,65-0,70
NP-7	"	400/27	400/27	ORWO Nr.19	0,65-0,70
KN-2	U.R.S.S.	35/16	35/16	N M	0,65
KN-3	"	100/23	100/23	N M	0,65
KN-4	"	300/25	400/27	N M	0,65

● **Peliculele negative color**, în marea lor majoritate, au balanța optimă de culoare pentru lămpi cu incandescență (3200 K). Aceste pelicule, denumite universale, se folosesc și pentru filmări în exterior la lumină solară sau prin iluminare cu arcuri voltaice, utilizîndu-se în acest caz filtre de corecție (de exemplu Wratten 85 sau ORWO K 19) plasate pe obiectivul aparatului de filmat.

În URSS se fabrică pelicule negative color balansate în mod special pentru lumină cu incandescență (DS-5 M) și pentru lumină de zi (LN-6 și LN-7).

La peliculele negative color destinate cinematografiei profesionale, care se fabrică în prezent în lume, formarea imaginii se realizează prin două procedee, cu două feluri de componente (formatori) de culoare:

— cu componente de culoare solubile în apă, însă cu moleculă mare și deci greu difuzabile (procedeu utilizat de multă vreme la peliculele ORWO, Agfa-Gevaert și sovietice);

— cu componente de culoare insolubile în apă, acoperite cu un strat protector uleios (acest procedeu cu componente „protejate” de culoare a apărut mai târziu și se folosește la peliculele Kodak și Fuji).

Remarcăm apariția pe piață a peliculei negative color E C N II (tip 7247/5247) fabricată de firma Kodak care se prelucrează la temperaturi ridicate și este superioară peliculei fabricată anterior (tip 7254/5254). Această peliculă are granulația mai fină, claritate mai bună a imaginii și o oarecare îmbunătățire a saturației culorilor.

Toate peliculele negative color au mascare internă pentru anularea absorbțiilor parazitare ale coloranților purpuriu și azuriu.

În tabela 13 sînt redată principalele caracteristici tehnice ale celor mai utilizate pelicule negative color fabricate în prezent pe plan mondial.

Tabela 13

Pelicule negative color

Tipul peliculei negative color	Firma producătoare	Sensibilitate ASA/DIN		Procesul de prelucrare	Componente de culoare
		lumină de zi	lumină cu incandescență		
Tip 655 Tip 680	Agfa-Gevaert	64/19 64/19	100/21 100/21	Gevaert E C N I	Nedifuzabile „„
ECN I tip 7254/5254 ECN II tip 7247/5247	Kodak	64/19 64/19	100/21 100/21	E C N I E C N II	Protejate „„
Tip 8515 Tip 8516	Fuji	64/19 64/19	100/21 100/21	Fuji ECN I	„„ „„
NC-3	ORWO	40/17	64/19	ORWO	Nedifuzabile
DS-5 M LN-6 LN-7	URSS	40/17 — —	— 50/18 64/19	DS-5 DS-5 DS-5	„„ „„ „„

2. Peliculele reversibile alb-negru și color

Ele sînt destinate filmării și asigură, după cum s-a arătat, în urma expunerii și prelucrării obținerea directă a imaginii pozitive. De aceea se utilizează în special în televiziune și de către cineștii amatori. Se prelucrează pînă la $x \cong 1,00$, iar voalul fotografic trebuie

să fie foarte mic. Latitudinea fotografică este ceva mai coborîtă decît la peliculele negative, fapt pentru care se impune o precizie mai mare la determinarea expunerii.

● Unele pelicule reversibile alb-negru sînt prevăzute din fabricație cu piste magnetice pentru înregistrarea ulterioară a sunetului.

În tabela 14 sînt prezentate cîteva pelicule reversibile alb-negru destinate filmării, fabricate de firmele Kodak, Agfa-Gevaert, ORWO și de fabricile din URSS.

Tabela 14

Pelicule reversibile alb-negru destinate filmării

Tipul peliculei	Firma producătoare	Sensibilitatea ASA/DIN		γ recomandat	Lățimea peliculei
		lumină de zi	lumină cu incandescență		
Plus X Reversal	Kodak	50/18	40/17	1,00	16 mm
Tri X-Reversal	Kodak	200/24	160/23	1,00	16 mm
Gevapan 30 Reversal tip 863	Agfa-Gevaert	64/19	40/17	1,10	16 mm
Gevapan 36 Reversal tip 880	„	320/26	200/24	1,10	16 mm
UP-1	ORWO	25/15	—	1,3	8,16 mm
UP-2	„	64/19	—	1,2	8,16 mm
UP-4	„	125/22	—	1,0	8,16 mm
O C	URSS	100/21	—	0,9—1,2	8,16 mm
O V C	„	200/24	—	0,9—1,2	16 mm

● La peliculele reversibile color, formarea coloranților se face după unul din următoarele patru procedee :

- cu componente de culoare nedifuzabile ;
- cu componente de culoare protejate ;
- cu componente de culoare difuzabile (procedeul Kodachrome) ;
- după procedeul Perutz.

Primele două procedee au fost descrise la peliculele negative color.

Procedeul Kodachrome prevede ca pelicula expusă să fie dezvoltată pe rînd în trei revelatori ce conțin cîte o componentă de culoare ușor difuzabilă. Componentele de culoare ajung din revelator în cele trei straturi de emulsie, unde formează coloranți.

Procedul Perutz folosește componente de culoare insolubile în apă și neprotejate. Ele sînt dispersate în emulsie, dizolvate în solvenți ușor volatili. Se utilizează la peliculele *Gevachrome* pentru colorantul azuriu.

Deși procedul *Kodachrome* asigură cea mai bună calitate a culorilor, el nu s-a extins pentru că dezvoltarea este prea complicată. Se apreciază că viitorul aparține procedului cu componente de culoare protejate.

La filmarea pe pelicule reversibile color trebuie să se respecte cu rigurozitate temperatura de culoare pentru care aceste pelicule au fost balansate. În caz contrar, vor apărea dominante de culoare care, după cum se știe, nu mai pot fi înlăturate ulterior.

În tabela 15 sînt redată caracteristicile principale ale unor pelicule reversibile color destinate filmării, fabricate de firmele *Kodak*, *Agfa-Gevaert*, *Fuji*, *ORWO* și de către fabricile din URSS.

Tabela 15

Pelicule reversibile color destinate filmării

Tipul peliculei	Firma producătoare	Sensibilitate ASA/DIN		Procesul de prelucrare	Componente de culoare	Lățimea peliculei [mm]
		lumină de zi	lumină cu incandescență			
1	2	3	4	5	6	7
Kodachrome II tip 7265	Kodak	25/15	—	K-12	Difuz.	16
Kodachrome II tip A 7266	"	25/15	40/17	"	"	16, S8
Kodachrome K M 25	"	25/15	—	K 14	"	8,16
Kodachrome KMA 40	"	25/15	40/17	"	"	S 8,16
Ektachrome E F 7241/5241	"	160/23	—	Me-4	Protej.	16,35
Ektachrome EF tip B 7242/5242	"	80/20	125/22	"	"	16,35
Ektachrome M S 7256/5256	"	64/19	—	"	"	16,35
Ektachrome Commercial	"	16/13	25/15	ECO-3	"	16
Ektachrome 40 (EMA 464)	"	25/15	40/17	(Noul proces	"	S-8
Ektachrome 160 (ELA 464)	"	100/21	160/23	"	"	S-8
Ektachrome S M 7244	"	—	160/23	ES-8	"	S-8

1	2	3	4	5	6	7
Agfachrome Super 8	Agfa-Gevaert	25/15	40/17	Agfa Color	Nedif.	S-8
Gevachrome Original T 600	"	32/16	SD/18	Gevachrome I	Combinat	16
Gevachrome Original H S T 605	"	80/20	125/22	"	"	16
Gevachrome Daylight HS tip 615	"	160/23	—	"	"	16
Gevachrome II ST 700	"	50/18	80/20	Gevachrome II	"	16
Gevachrome II HST 710	"	80/20	125/22	"	"	16
Gevachrome II DT 720	"	125/22	—	"	"	16
Fujichrome R-25	Fuji	25/15	—	K-12	Difuz.	8,16
Fujichrome TV RT 500	"	—	50/18	"	"	8
Fujicolor TV RT 100	"	64/19	100/21	Me-4	Protej.	16
Fujicolor R-TV RT 100	"	64/19	100/21	Me-4	"	16
Fujicolor R-TV RT 400	"	—	400/27	—	"	16
Orwocolor UK-18	ORWO	32/16	50/18	ORWO-9160	Nedifuz.	16
Orwochrome UT-18	"	50/18	—	ORWO-9165	"	16
Orwochrome UT-21	"	100/21	—	"	"	17
Orwochrome UK-17	"	25/15	40/17	"	"	8,16
TO-22	URSS	25/15	—	TO-22	Nedifuz.	8, 16, 35
TO-T-90 L	"	72/20	100/21	"	"	8, 16
TO-32-D	"	36/17	—	"	"	16
TO-180 L	"	—	200/24	"	"	8, 16

2. Pelicule pentru realizarea copiilor pozitive

Peliculele alb-negru și color pentru realizarea de copii pozitive se împart în două grupe: *pelicule pozitive* (pentru copii de pe negative sau contratipe) și *pelicule reversibile* (pentru multiplicarea copiilor pozitive).

a. Pelicule pozitive

Peliculele pozitive se caracterizează prin contrast ridicat ($\gamma = 2,5-3,0$), sensibilitate generală coborâtă și granulație fină. Din punctul de vedere al sensibilității spectrale, peliculele pozitive

alb-negru sînt nesensibilizate optic, iar peliculele color au cele trei straturi sensibile la cîte 1/3 din spectrul vizibil (I, V și R).

Pentru a se realiza copii cu contrast mai scăzut destinate televiziunii, se fabrică pelicule pozitive speciale al căror factor de contrast γ este de 1,5–2,0 (de exemplu pelicula alb-negru Gevaprint tip 564 și pelicula color Kodak tip 5744).

Unele pelicule color au ordinea straturilor inversată (P, Az, G în loc de G, P, A), ceea ce asigură o importantă creștere a clarității (de exemplu pelicula color Kodak tip 5381, Gevacolor Print tip 985, TP–10 etc.).

Deosebit de interesantă este noua peliculă pozitivă color Kodak ECP-2 tip 5383, care se prelucurează la temperaturi ridicate (soluțiile la 36° C, apa de spălare la 27°C), ceea ce scurtează durata prelucrării la 10 minute.

În tabela 16 sînt prezentate peliculele pozitive alb-negru și color fabricate de unele firme de specialitate.

Tabela 16

Pelicule pozitive alb-negru și color

Tipul peliculei	Firma producătoare	γ recomandat	Procesul sau revelatorul	Destinația
Positive Film tip 7302/5302 ECP tip 7381/5381 ECP—tip 7744/5744	Kodak „ „	2,4–2,6 2,5 1,8–2,0	D-16 E C P E C P	copii alb-negru copii color copii color TV
Positive Fine Grain tip 561 Gevaprint Film TV tip 564 Gevacolor Print tip 985	Agfa-Gevaert Agfa-Gevaert „	2,45 1,7–1,8 —	Gevaert Gevaert E C P	copii alb-negru copii alb-negru TV copii color
Positive Feinkorn PF-2 ORWO color Positiv P C—7	ORWO „	2,8–3,3 2,7–3,3	ORWO-20 ORWO-11	copii alb-negru copii color
Tip MZ-5 Tip M Z-6 Tip T P-8 R Tip T P—10	URSS „ „ „	2,8–3,2 2,8–3,2 2,7–3,3 2,7–3,3	P M P M GOST GOST	copii alb-negru „ copii color „

b. Pelicule reversibile

Peliculele reversibile alb-negru și color destinate realizării de copii pozitive sînt relativ puțin numeroase. Ele se caracterizează prin sensibilitate generală scăzută și granulație fină, iar dezvoltarea se face pînă la $\gamma \cong 1,00$. Se folosesc pe scară largă în special la televiziune, pentru realizarea de copii pornind de la copii pozitive obținute prin procedeul reversibil. Pe unele dintre aceste pelicule, alături de imagine se copiază și fonograma, care nu întotdeauna este de bună calitate.

Rezultate superioare se obțin cu peliculele reversibile color Kodak Ektachrome R Print 7389/5389 și Ektachrome Reversal Print 7390 destinate executării de copii de pe pozitive realizate pe peliculele Ektachrome tip E F și M S și respectiv Ektachrome Comercial.

Se remarcă de asemenea peliculele reversibile color ale firmei Agfa-Gevaert Gevachrome Print T 780 și Gevachrome Print T 903, care oferă posibilitatea reglării factorului de contrast γ în intervalul 0,80–1,30.

În tabela 17 sînt prezentate principalele pelicule reversibile alb-negru și color destinate obținerii de copii pozitive, care se fabrică în momentul de față în lume.

Tabela 17

Pelicule reversibile alb-negru și color destinate copierii

Tipul peliculei	Firma producătoare	γ recomandat	Procesul sau revelatorul	Destinația
Reversal Duplicating tip 7622 Reversal Color Print tip 7387 Ektachrome Reversal Print tip 7390 Ektachrome R Print tip 7389/5389	Kodak „ „ „	1,00 1,00 1,00 1,00	Kodak RCP-2 Me-4 Me-4	copii alb-negru copii color copii color copii color
Duplicating Reversal tip 891 Gevachrome Print Tip 903 Gevachrome Print tip 780	Agfa-Gevaert „ „	1,10 reglabil „	Gevaert Gevachrome „	copii alb-negru copii color copii color
Umkehr Kopierfilm UX-1	ORWO	1,2	ORWO	copii alb-negru
TO-6	URSS	1,0	TO-22	copii color

3. Pelicule pentru contratipare

Peliclele pentru contratipare servesc pentru realizarea de duplicate ale negativelor originale de imagine, care poartă denumirea de contratipe.

● Pentru contratiparea alb-negru, care se realizează de regulă în două etape, se produc două tipuri de peliculă: *dup-pozitiv* (pentru obținerea pozitivului intermediar) și *dup-negativ* (pentru executarea contratipului).

Aceste pelicle au sensibilitate scăzută, granulație foarte fină, capacitate de rezoluție mare și posedă un bun tratament pentru micșorarea difuziei luminii în emulsie.

Unele dintre aceste pelicle alb-negru sînt nesensibilizate optic și se prelucrează la γ diferit (dup-pozitiv la $\gamma \cong 1,6$ și dup-negativ la $\gamma \cong 0,6$). Alte pelicle, utilizate la copierea de pe materiale color, sînt pancromatice și se dezvoltă la $\gamma \cong 1,0$.

● Pentru contratipare color se fabrică pelicle destinate contratipării în două etape (exemplu Intermediate tip 5253), care se prelucrează normal și pelicle destinate contratipării într-o singură etapă, care se prelucrează reversibil (de exemplu pelicle ORWO D C-2).

Aproape toate peliclele color pentru contratipare sînt prevăzute cu mascare internă pentru anularea absorbțiilor parazitare ale coloranților.

În tabela 18 sînt redată cîteva pelicle utilizate pentru contratiparea alb-negru și color.

4. Pelicule negative pentru înregistrarea optică a sunetului

Peliclele negative de sunet servesc la înregistrarea optică a fonogramei transversale, prin transpunere de pe mixajul magnetic al filmelor. Aceste pelicle au sensibilitate redusă, capacitate mare de rezoluție, granulație fină și se prelucrează la un factor de contrast ridicat ($\gamma > 3,0$).

Datorită contrastului ridicat și calității lor deosebite, se mai folosesc și la executarea unor lucrări speciale ca: titluri, generice, măști etc.

În tabela 19 sînt date caracteristicile principalelor tipuri de pelicle negative de sunet.

Tabela 18

Pelicle pentru contratipare alb-negru și color

Tipul peliculei	Firma producătoare	Sensibilitatea spectrală	γ recomandat	Destinație
Dup-pozitiv DP-2	ORWO	Nesensibilizată	1,8	pentru lavenzi
Dup-pozitiv DP-3	"	Pancromatică	1,0	" "
Dup-negativ DN-1	"	Nesensibilizată	0,6	pentru contratipe alb-negru
Dup-negativ DN-2	"	Pancromatică	1,0	pt. contratipe color pe cale reversibilă
Dup-film DC-2	"	Pe straturi	1,1	pt. contratipare color în 2 etape
Dup-film DC-6	"	"	1,0	
Duplicating Positive tip 5365	Kodak	Nesensibilizată	1,2—1,6	pentru lavenzi
Duplicating Negative tip 5234	"	Pancromatică	0,6—0,7	pentru contratipe alb-negru
Intermediate tip 5253	"	Pe straturi	1,0	pt. contratipare color în 2 etape
Reversal Intermediate tip 5249	"	Pe straturi	1,0	pt. contratipare color pe cale reversibilă

Tabela 19

Pelicle negative de sunet

Tipul peliculei	Firma producătoare	γ recomandat	Destinație
T F-7	ORWO	$4,0 \pm 0,4$	înregistrarea fonogramei transversale
Sound Recording tip 5375	Kodak	3,0—3,2	idem
Z T-7	URSS	3,0	idem
Z T-6	Agfa-Gevaert	2,5—3,0	idem

C. RECEPȚIA ȘI DEPOZITAREA PELICULELOR VIRGINE

1. Recepția

Loturile de peliculă virgină primite de la furnizor sînt supuse recepției calitative, care constă dintr-o serie de încercări pentru verificarea calității.

În acest scop se extrag bucăți de peliculă din emulsiile și turnările primite și se supun *încercărilor mecanice și fotografice*.

● **Încercările mecanice** constau din măsurarea dimensiunilor geometrice, inclusiv a pasului perforației, și examinarea stării suprafețelor peliculei.

● **Încercările fotografice** constau din expunerea și dezvoltarea de sensitograme în condiții standard și din determinarea principalelor caracteristici sensitometrice (sensibilitate, contrast, latitudine, voal etc.). Se face de asemenea prin sondaj determinarea proprietăților structurale (capacitate de rezoluție, granulație, claritate). În anumite cazuri se efectuează și probe filmate sau copiate pentru a verifica pe ecran, în condiții practice, proprietățile fotografice ale peliculelor.

Loturile de peliculă care nu se încadrează în normele de calitate sunt respinse și returnate fabricii furnizoare.

2. Depozitarea

Depozitarea peliculelor virgine trebuie să se facă în cutii metalice etanșate cu benzi adezive, așezate pe rafturi, în încăperi special amenajate, prevăzute cu instalații de climatizare, care să asigure anumite valori ale temperaturii și umidității relative a aerului.

Pentru depozitarea de scurtă durată (de pînă la 2—3 luni) se indică ca temperatura să nu depășească 18°C, iar umiditatea relativă să fie $\varphi = 50-70\%$.

În cazul depozitării de lungă durată se cere aceeași umiditate relativă, însă o temperatură mai coborîtă (maximum 4—10° C, în funcție de tipul peliculei).

În încăperile depozitului nu trebuie să existe emanații de gaze sau vapori ai unor substanțe chimice ca amoniacul, hidrogenul sulfurat, formolul etc.

Dacă condițiile de păstrare a peliculei virgine, în special la peliculele negative și reversibile, nu sînt corespunzătoare, are loc scăderea accelerată a calității acestor materiale fotosensibile. Astfel, se produce scăderea sensibilității și a contrastului și creșterea voalului fotografic peste limitele admise. La peliculele color această degradare este diferențiată pe straturi, ceea ce duce la dezechilibrarea balanței de culoare.

Pentru a se evita condensarea vaporilor de apă, cutiile cu peliculă virgină, aflate în depozite cu temperatură coborîtă, trebuie să fie în prealabil aclimatizate. Pentru aceasta cutiile cu peliculă sînt scoase din depozit și sînt lăsate timp de 24 de ore în încăperile tehnologice pentru a căpăta temperatura mediului ambiant.

Rezumat

1. Clasificarea peliculelor

- | | |
|--|---|
| a) După natura constituenților | <ul style="list-style-type: none"> — alb-negru (granule de Ag); — color (coloranți). |
| b) După felul procedurii de prelucrare | <ul style="list-style-type: none"> — normale (în două faze); — reversibile (într-o singură fază) |
| c) După lățime | <ul style="list-style-type: none"> — 8 mm, 16 mm, 32 mm (2 × 16 mm) — 35 mm, 65 mm, 70 mm. |
| d) După destinație | <ul style="list-style-type: none"> — pentru filmare; — pentru copii pozitive; — pentru contratipare — pentru sunet. |

2. Dimensiunile peliculelor și formatele imaginii

- a) Dimensiunile peliculelor trebuie să corespundă exact normelor.
- b) Formate uzuale ale imaginii: Panoramic, Normal 35, Cinemascope, Normal 16, Normal 8, Super 8.

3. Tipuri de pelicule

- | | |
|---|--|
| a) Pelicule pentru filmare | <ul style="list-style-type: none"> — negative <ul style="list-style-type: none"> alb-negru color — reversibile <ul style="list-style-type: none"> alb-negru color |
| b) Pelicule pentru realizarea de copii pozitive | <ul style="list-style-type: none"> — pozitive <ul style="list-style-type: none"> alb-negru color — reversibile <ul style="list-style-type: none"> alb-negru color |
| c) Pelicule pentru contratipare | <ul style="list-style-type: none"> — alb-negru <ul style="list-style-type: none"> dup-pozitiv dup-negativ — color <ul style="list-style-type: none"> normale reversibile |

- d) *Pelicle pentru înregistrarea* — pentru fonograma transversală optică a sunetului

4. Recepția și depozitarea peliculelor virgine

- a) *Recepția calitativă a peliculelor virgine* — încercări mecanice;
— încercări fotografice.
- b) *Condiții de depozitare a peliculelor virgine*
- în cutii etanșe;
 - pentru scurtă durată
 $T_{max} = 18^{\circ}\text{C}$ și $\phi = 50-70\%$;
 - pentru lungă durată
 $T_{max} = 4-10^{\circ}\text{C}$ și $\phi = 50-70\%$;
 - fără emanații de vapori și gaze;
 - aclimatizare înainte de folosire.

Verificarea cunoștințelor

- 1) Ce s-ar întâmpla dacă pasul perforației peliculelor ar fi mai mic decât dimensiunea normată?
- 2) Imaginați un nou format „Super 16” și calculați ce suprafață utilă ar avea fotograma în acest caz.
- 3) Ce dominantă de culoare credeți că ar avea imaginea negativă dacă la peliculele negative color balansate pentru 3 200 °K se omite la exterior utilizarea filtrului de corecție?
- 4) De ce credeți că dezvoltarea peliculelor reversibile se face la $\gamma = 1$?
- 5) Cum explicați faptul că peliculele pozitive color cu ordine inversă a straturilor asigură o claritate mai bună?
- 6) Ce fenomen s-ar produce dacă peliculele virgine n-ar fi aclimatizate înainte de utilizare?

Capitolul VI

PROCEDEE REVERSIBILE DE PRELUCRARE

A. PRINCIPIILE PRELUCRĂRII REVERSIBILE A PELICULELOR

Prelucrarea reversibilă a peliculelor alb-negru și color, destinate în mod special acestui scop, are ca rezultat obținerea aceluiași tip de imagine de la care s-a pornit.

Acest procedeu de prelucrare este mai complex și are o durată mai mare deoarece înglobează de fapt pe aceeași peliculă atât procesul negativ, cât și pe cel pozitiv. De aceea, la procedeele reversibile sînt prezente două dezvoltări, între care se află iluminarea care înlocuiește procesul de copiere de la procedeu normal negativ-pozitiv.

● Prelucrarea reversibilă se utilizează, așa cum reiese din figura 69, în următoarele trei scopuri principale :

— obținerea imaginii pozitive alb-negru și color direct pe pelicula pe care s-a filmat, aceasta putînd fi folosită pentru proiecție, după un montaj corespunzător, ca orice altă copie;

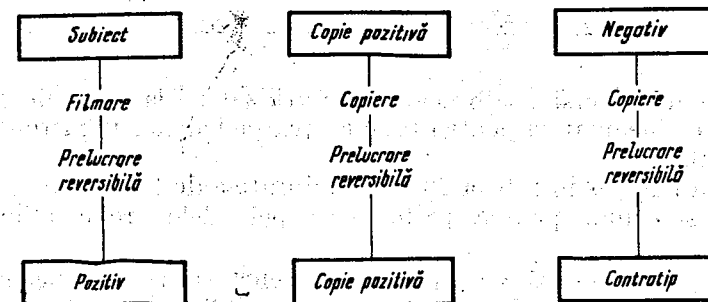


Fig. 69. Principalele posibilități de utilizare a procedeele reversibile de prelucrare.

— realizarea de copii pozitive alb-negru și color prin copiere de pe alte copii pozitive, în special după cele obținute prin filmare și prelucrare reversibilă;

— obținerea de duplicate ale negativelor de imagine (contratipe) prin copiere de pe negativele originale.

Dintre aceste întrebări ale procedeele reversibile de prelucrare, primele două sînt aplicate pe larg de televiziune și de cineasții amatori, iar al treilea este aplicat în cinematografia profesională.

● Prelucrarea reversibilă a peliculelor prezintă două **avantaje** esențiale:

— *imaginea obținută este superioară calitativ celei realizate prin procedeul negativ-positiv* în privința granulației, clarității și redării culorilor (la color), datorită faptului că la dezvoltarea a II-a se reduc cristalele cele mai mici din emulsie, iar procesul de copiere este eliminat;

— *costurile sînt mai reduse* decît la negativ-positiv întrucît operativitatea este mai mare, iar consumurile de peliculă — substanțial micșorate.

○ În același timp trebuie însă să menționăm că procedeele reversibile de prelucrare, fiind mai complicate din punct de vedere tehnologic, prezintă posibilități mai mari de dereglare, și în special neajunsurile că posibilitățile de tiraj sînt limitate, iar corectarea unor eventuale erori făcute la filmare este imposibilă.

Pentru mărirea operativității, cerute îndeosebi de către televiziune, s-au pus la punct în ultimii ani pelicule ce se prelucrează reversibil la temperaturi ridicate, ceea ce a permis ca durata totală a prelucrării să se reducă foarte mult (circa 10 minute pentru alb-negru și 20 minute pentru color).

B. PROCEDEUL REVERSIBIL ALB-NEGRU

Procedeul reversibil alb-negru este utilizat pe larg în televiziune și de către cineamatori pentru prelucrarea peliculelor înguste (8 mm și 16 mm).

Redăm mai jos în tabela 20 fazele, duratele de tratament și temperatura soluțiilor pentru prelucrarea peliculelor reversibile alb-negru.

În cele ce urmează vom descrie pe scurt transformările ce se petrec în stratul de emulsie al peliculei reversibile alb-negru cu ocazia tratamentului pe care îl suportă în fiecare proces al prelucrării (fig. 70).

Tabela 20

Regimul de prelucrare a peliculelor reversibile alb-negru ORWO și Kodak

Procesul	ORWO		KODAK	
	durata [min]	temperatura [°C]	durata [min]	temperatura [°C]
Dezvoltarea I	12	19	2	21
Spălarea	10	—	2,5	—
Inversare	3—5	19	2,5	21
Spălarea	5	—	1,5	—
Clarificare	5—7	19	1,5	21
Spălarea	5	—	1,5	—
Iluminare	5	—	5	—
Dezvoltarea a II-a	6—8	19	1,5	21
Spălarea	1	—	1,5	—
Fixare	5	19	3,5	21
Spălarea finală	30	—	4,5	—

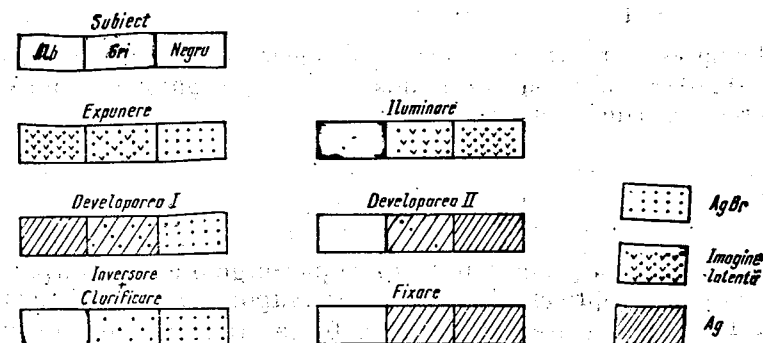


Fig. 70. Transformările ce au loc în emulsia peliculei în timpul principalelor faze ale prelucrării reversibile alb-negru.

1. Dezvoltarea I

În această fază imaginea latentă, formată în emulsia peliculei cu ocazia filmării sau a copierii, este transformată în imagine vizibilă. Revelatorul reduce cristalele de halogenură de argint impresionate de lumină, transformându-le în granule de argint metalic. Ia naștere o imagine cu voal scăzut, ale cărei densități sînt repartizate invers

față de distribuția tonurilor în imaginea de la care s-a pornit. În emulsie rămin, alături de argint, și cristalele de halogenură de argint nedevopate al căror număr în diferite zone este invers proporțional cu mărimea densităților formate.

Revelatorii utilizați, ale căror rețete sînt date în Cap. I., B § 2, conțin metol și hidrochinonă, lucrează energetic și au în compoziție sulfocianură de potasiu pentru micșorarea granulației imaginii.

2. Inversarea

Inversarea este faza în care tot argintul existent în emulsia peliculei este oxidat și transformat în săruri solubile care trec în soluție. Oxidarea se realizează cu o soluție acidă de bicromat de potasiu (circa 5 g/l). După acest tratament rămin în stratul de emulsie numai cristalele de halogenură care nu au fost dezvoltate.

3. Clarificarea

Pelicula este tratată într-o soluție concentrată de sulfit de sodiu (50—200 g/l) care elimină din emulsie colorația galbenă rămasă în urma procesului de inversare.

4. Iluminarea

În această fază, pelicula în timp ce parcurge o cuvă cu apă, este iluminată atît dinspre emulsie, cît și prin suport de către niște lămpi așezate în lungul traseului. Practic, toate cristalele de halogenură de argint aflate în stratul de emulsie sînt astfel impresionate.

5. Dezvoltarea a II-a

Cristalele de halogenură de argint impresionate la iluminare sînt transformate de către revelator în granule de argint metalic, obținindu-se în acest fel imaginea utilă. Revelatorii întrebuiți pentru dezvoltarea a II-a (vezi cap. I, B, § 2) se aseamănă cu revelatorii folosiți la dezvoltarea I, fiind însă ceva mai puțin energici datorită pH-ului mai scăzut.

6. Fixarea

Fixarea se efectuează într-o soluție obișnuită de fixaj acid și are rolul de a transforma în săruri complexe tiosulfurice solubile cristalele de halogenură de argint care eventual au mai rămas în emulsie după dezvoltarea a II-a.

○ Notă. Între procesele descrise, pelicula este supusă *spălărilor intermediare*, iar la sfîrșit se desfășoară *spălarea finală* și *uscarea*.

C. PROCEDEUL REVERSIBIL COLOR

Prelucrarea peliculelor reversibile color prezintă dificultăți tehnologice sporite datorită cerinței esențiale de a obține în plus față de alb-negru un echilibru cît mai corect al balanței de culoare. De aceea, se impune respectarea cu rigurozitate a tehnologiei indicate de fabricile producătoare de peliculă.

Peliculele reversibile color de format îngust (8 mm, 16 mm) au căpătat, în ultimii ani, o largă utilizare în televiziune, în cinematografia utilitară și pentru amatori. În cinematografia profesională se folosesc pelicule reversibile color pentru procesul de contrapipare.

În tabela 21 sînt prezentate regimurile de prelucrare (procese, durata fiecărei faze și temperaturile) a peliculelor reversibile color fabricate de firmele Agfa—Gevaert (Gevachrome II) și ORWO.

Tabela 21

Regimul de prelucrare a peliculelor reversibile color Gevachrome II și ORWO

Procesul	Gevachrome II		ORWO	
	durata	temperatura [°C]	durata	temperatura [°C]
Prebaie	10 s	25±1	—	—
Îndepărtarea stratului antihalo	10 s	23±2	—	—
Dezvoltarea (I alb-negru)		25±0,2	32 min	18±0,25
Oprire	45 s	25±0,5	—	—
Spălare	45 s	23±2	25 min	12—15
Iluminare	45 s		5 min	—
Dezvoltarea a II-a (color)	4 min 15 s	25±0,2	10 min	18±0,5
Fixare	30 s	25±0,5	—	—
Spălare	1 min	23±2	25 min	12—15
Înălbire	2 min	25±0,5	5 min	17±1
Spălare	1 min	23±2	10 min	12—15
Fixare	1 min	25±0,5	5 min	18±1
Spălare	1 min 30 s	23±2	25 min	12—15
Stabilizare	10 s	25±2	—	—
Uscare	3—5 min	40—50	—	—



Fig. 71. Transformările ce au loc în cele trei straturi de emulsie ale peliculei în timpul principalelor faze ale prelucrării reversibile/color.

emulsie ale peliculei sunt transformate în trei imagini vizibile alb-negru. Cristalele de halogenură de argint impresionate de lumină sunt reduse și transformate de către substanțele revelatoare în granule de argint metalic. Se utilizează un revelator pe bază de fenidon-hidrochinonă cu alcalinitate relativ ridicată (vezi rețeta în cap. I, B, § 2), iar agitarea este foarte puternică. Rămân în cele trei straturi de emulsie ale peliculei cristalele de halogenură de argint nedevolate și componentele de culoare care vor forma mai târziu imaginile utile.

În figura 71 sunt redată schematic transformările ce se petrec în peliculele Gevachrome II în timpul prelucrării reversibile. În continuare vom descrie aceste transformări din fiecare fază a prelucrării.

1. Prebaia

În această fază de început, pelicula este introdusă timp de 10 s într-o soluție alcalină ($pH = 9,30 \pm 0,15$) ce conține borax și hidroxid de sodiu. Pentru a reduce umflarea emulsiei, soluția conține sulfat de sodiu în concentrație mare (100 g/l). Datorită alcalinității soluției stratul antihalo de culoare neagră format din grafit se înmoaie fără să se desprindă de pe suport.

2. Îndepărtarea stratului antihalo

Stratul antihalo înmuiat în prebaie este îndepărtat pe cale mecanică cu ajutorul unei role speciale și al unor jeturi puternice de apă (vezi cap. I, D, § 2).

3. Developarea I (alb-negru)

Cele trei imagini latente formate la expunere în straturile de

4. Oprerea

În acest proces pelicula este tratată într-o soluție acidă ($pH = 4,20 \pm 0,20$) care oprește brusc procesul de dezvoltare. Soluția conține acid acetic (pentru acidulare) și alaun de potasiu (pentru tanarea gelatinei).

5. Iluminarea

Se realizează prin iluminarea ambelor fețe ale peliculei în timp ce aceasta parcurge o cuvă cu apă (deci, sub lichid). Cristalele de halogenură de argint aflate în cele trei straturi de emulsie ale peliculei sunt impresionate, formându-se în interiorul lor centre argintice de dezvoltare.

6. Developarea a II-a (color)

Sub acțiunea substanței revelatoare cromogene cristalele de halogenură de argint din straturile de emulsie ale peliculei sunt transformate în granule de argint metalic. Totodată iau naștere și coloranți (G, P și A Z) prin combinarea produsului de oxidare al substanței revelatoare cu componentele de culoare. În acest mod în fiecare strat al peliculei se va afla câte o imagine argentică și câte o imagine constituită din coloranți. Pentru această dezvoltare se întrebuintează un revelator energetic pe bază de T S S (vezi rețeta în cap. I, B, § 2).

7. Fixarea I

Prin caracterul său acid, soluția de fixare oprește brusc procesul de dezvoltare și în același timp îndepărtează cristalele de halogenură de argint care eventual au mai rămas în straturile de emulsie în urma dezvoltării a II-a. Fixajul utilizat (vezi rețeta în cap. I, C, § 2, tabela 6), pe bază de tiosulfat de amoniu, are acțiune tanantă și o bună capacitate tampon.

8. Înălbirea

În timpul acestui proces, argintul metalic din care sunt constituite cele trei imagini alb-negru din straturile de emulsie ale peliculei,

este oxidat în întregime și transformat în bromură de argint (sare insolubilă). Pentru înălbire se întrebuințează o soluție acidă pe bază de fericianură de potasiu foarte bine tamponată (vezi rețeta în cap. I, D, § 2, tabela 7).

9. Fixarea a II-a

Bromura de argint formată în cele trei straturi de emulsie, în timpul înălbirii este îndepărtată sub formă de săruri complexe tiosulfurice de argint solubile în apă. Pentru fixarea a II-a se utilizează aceeași soluție de fixaj întrebuințată și la fixarea I.

10. Stabilizarea

Prin acest tratament se îmbunătățește rezistența în timp a celor trei coloranți ai peliculei. Stabilizarea se face într-o soluție diluată de formol (vezi rețeta în cap. I, D, § 2, tabela 8) al cărui pH ușor alcalin trebuie menținut în permanență.

○ Notă. Între procesele descrise mai sus se efectuează *spălări intermediare*, iar în final — *spălarea finală și uscarea*.

D. TEHNOLOGIA PRELUCRĂRII REVERSIBILE

Întrucît procedeul reversibil de prelucrare este mai complex și mai critic din punct de vedere tehnologic, se cere în primul rînd ca peliculele să primească o expunere cît mai corectă. Această cerință este necesară și pentru faptul că peliculele reversibile au o latitudine fotografică mai scăzută decît cele negative. La expunerea peliculelor reversibile color trebuie să se asigure cu rigurozitate valoarea temperaturii de culoare pentru care acestea sînt balansate, deoarece nu mai există altă posibilitate ulterioară de corectare a culorilor, așa cum se întîmplă la procedeul negativ-positiv.

Pentru realizarea unei imagini fotografice de calitate se impune ca în mașinile de dezvoltat pentru prelucrarea reversibilă să se asigure cu strictețe încă de la început regimul tehnologic recomandat pentru tipul respectiv de peliculă (compoziția și temperatura soluțiilor, durata fazelor, agitarea revelatorilor etc.).

● În afara aprecierii subiective a calității imaginii realizate, se efectuează și un control sensitometric global al procesului cu ajutorul

sensitogramelor. Pe baza sensitogramelor trecute prin toate fazele prelucrării reversibile, în regimul tehnologic recomandat de fabrică, se trasează curbele caracteristice care sînt similare cu cele din figurile 72 și 73.

● Se determină în continuare următoarele trei caracteristici sensitometrice principale :

— factorul de contrast global — $\gamma_{\text{reversibil}}$;

— densitatea de val — D_0 ;

— densitatea maximă — D_{max} .

Aceste caracteristici, care sînt parametri de bază ai prelucrării reversibile și se urmăresc în permanență, au valori bine stabilite pentru fiecare peliculă alb-negru sau color. În general, cele trei caracteristici sensitometrice au valorile cuprinse în următoarele limite :

$$\gamma_{\text{reversibil}} = 0,8 - 1,2 ;$$

$$D_0 < 0,06 ;$$

$$D_{\text{max}} = 2,4 - 3,0.$$

În anumite cazuri, aceste caracteristici pot avea și alte valori.

Dacă după primele încercări, efectuate în regimul recomandat de fabrică, parametrii tehnologici de mai sus nu corespund celor indicați pentru pelicula respectivă, se modifică condițiile dezvoltărilor I și a II-a, pînă se obțin rezultatele dorite. Astfel, pentru atingerea valorilor standard $\gamma_{\text{reversibil}}$ și D_0 , se acționează asupra duratei primei dezvoltări și — mai rar — asupra compoziției revelatorului.

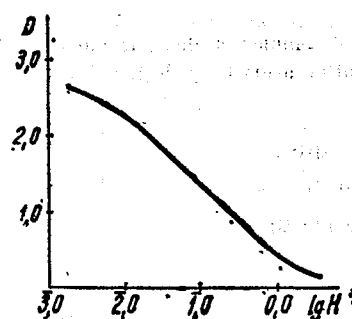


Fig. 72. Curba caracteristică a unei pelicule reversibile alb-negru.

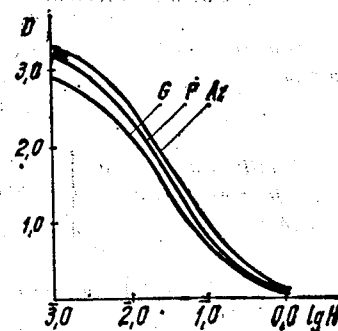


Fig. 73. Curbele caracteristice ale unei pelicule reversibile color.

În vederea modificării valorii D_{max} se schimbă mai întâi durata primei dezvoltări, iar dacă nu se obțin rezultatele dorite, se reglează durata dezvoltării a II-a.

Pentru a determina mai rapid condițiile optime de prelucrare, se recomandă să se traseze curbele $\gamma_{rev} = f(t_{devI})$, $D_0 = f'(t_{devI})$ și $D_{max} = f''(t_{devI})$, care se obțin prin prelucrarea citorva sensitograme la timpi diferiți în prima dezvoltare.

● O atenție deosebită trebuie să se acorde **prelucrării peliculelor reversibile color** unde, alături de acoperirea generală și contrastul global al imaginii, un criteriu esențial de stabilire a parametrilor tehnologici îl constituie obținerea unei balanțe optime de culoare.

Pentru o verificare mai detaliată a prelucrării reversibile în mașinile de dezvoltat, se efectuează uneori un control sensitometric separat al celor două dezvoltări. Astfel, pentru controlul dezvoltării I sensitograma se introduce în mașină, parcurge prebaia (dacă există), dezvoltarea I și spălarea, după care este scoasă și tratată normal în soluțiile necesare pentru a parcurge un procedeu normal de prelucrare. În vederea controlului dezvoltării a II-a, sensitograma se încarcă direct în revelatorul II după care, în mașină sau separat, parcurge celelalte faze ale prelucrării.

Acest control oferă date asupra modului cum lucrează fiecare din cei doi revelatori, date care dacă sînt corelate cu rezultatele controlului chimic, permit să se ia cele mai adecvate măsuri tehnologice.

Rezumat

1. Principiile prelucrării reversibile a peliculelor

- | | |
|---|---|
| a) Definiția prelucrării reversibile | — Procedeu mai complex cu două dezvoltări în urma căruia se obține același tip de imagine de la care s-a pornit. |
| b) Posibilitățile de utilizare a procedeele reversibile de prelucrare | $\left\{ \begin{array}{l} \text{— Filmare} \rightarrow \text{pozitiv;} \\ \text{— Pozitiv} \rightarrow \text{pozitiv;} \\ \text{— Negativ} \rightarrow \text{contratip.} \end{array} \right.$ |

2. Procedeu reversibil alb-negru

Fazele procedeeului reversibil alb-negru $\left\{ \begin{array}{l} \text{— Dezvoltarea I, Inversare, Clarificare, Iluminare,} \\ \text{— Dezvoltarea a II-a, Fixare.} \end{array} \right.$

3. Procedeu reversibil color

Fazele procedeeului reversibil color *Gevachrome II* $\left\{ \begin{array}{l} \text{— Prebaie; îndepărtarea stratului antihalo; dezvoltarea I (alb-negru); oprire; iluminare; dezvoltarea a II-a (color); fixare; înălbire; fixare; stabilizare.} \end{array} \right.$

4. Tehnologia prelucrării reversibile

- | | |
|------------------------------------|--|
| a) Condiții la filmare sau copiere | $\left\{ \begin{array}{l} \text{— expunere cit mai corectă;} \\ \text{— asigurarea temperaturii de culoare recomandate.} \end{array} \right.$ |
| b) Condiții de prelucrare | $\left\{ \begin{array}{l} \text{— respectarea regimului de prelucrare recomandat;} \\ \text{— Asigurarea parametrilor de bază (\gamma_{rev}, D_0 și D_{max});} \\ \text{— Uneori controlul sensitometric separat al celor două dezvoltări.} \end{array} \right.$ |

Verificarea cunoștințelor

1. Efectuați o comparație între procedeele de prelucrare reversibile și normale.
2. Ce repercusiuni întrevedeți asupra rezultatelor prelucrării reversibile alb-negru dacă iluminarea ar fi scurtată?
3. Ce inconveniente credeți că ar apărea dacă iluminarea s-ar efectua în aer și nu sub lichid?
4. În care dintre cele două fixări ale procedeeului reversibil de prelucrare color se acumulează după părerea dv, cel mai mult argint?
5. Ce influență ar avea asupra imaginii fotografice finale obținerea unui voal mai mare la prima dezvoltare?

Capitolul VII

ETALONAREA FILMELOR

A. PRINCIPIILE PROCESULUI DE ETALONARE

În diferite etape ale realizării filmelor intervin anumiți factori care fac ca planurile (cadrele) unui negativ montat să se deosebească între ele în privința densității imaginii la filmele alb-negru și a densității și culorii imaginii la filmele color. Aceste deosebiri între planuri se datoresc diferențelor de sensibilitate dintre emulsiile peliculei negative, condițiilor diferite de filmare (expunere, temperatură de culoare a luminii, filtre etc.) și variațiilor inerente ce intervin în procesul de prelucrare chimico-fotografică a peliculei negative. Chiar dacă se respectă cu mare rigurozitate condițiile tehnologice impuse în timpul filmării și prelucrării, imaginea negativă va prezenta în mod inevitabil diferențe de densitate și culoare între planuri.

Dacă negativul montat, ce prezintă diferențele menționate între planuri, va fi copiat în aceleași condiții (cu o lumină unică de copiere la filmele alb-negru și cu o singură corecție a culorilor la filmele color), multe dintre planurile copiei pozitive realizate vor avea densitate (acoperire) necorespunzătoare, iar la filmele color vor apărea în plus și dominante de culoare. Datorită acestui fapt, perceperea acțiunii filmului de către spectatori va avea de suferit.

Pentru a obține copii pozitive cu imagine egalizată în privința densității și cu culori cât mai apropiate de cele ale obiectului filmat, filmele sînt supuse *procesului de etalonare*.

Procesul de etalonare reprezintă operația tehnologică prin care se stabilesc condițiile optime de copiere a negativului care să asigure o imagine unitară, de calitate superioară, fără diferențe de densitate și culoare între planuri. În procesul de etalonare se stabilește pe bază de probe fișa de luminii a negativului de imagine, care va modula în mod corespunzător fluxul luminos de copiere. Etalonarea se realizează de către specialiști de înaltă calificare, cu ajutorul unor procedee

tehnologice și instalații moderne, pe baza datelor științifice privind proprietățile peliculelor și a performanțelor proceselor de prelucrare.

La etalonarea negativelor trebuie să se utilizeze întotdeauna peliculă pozitivă normată, adică o peliculă careia i s-a determinat în prealabil forfiltrul de copiere. Dacă probele de etalonare se fac pe o peliculă pozitivă nenormată, deci fără să se utilizeze forfiltrul, fișa de luminii obținută va conține și corecțiile forfiltrului la fiecare plan în parte, ceea ce va crea mari dificultăți la executarea de copii pe alte emulsii de peliculă pozitivă.

Procesul de etalonare se efectuează și pentru alte materiale destinate copierii. Astfel, se determină condițiile de copiere (fișa de luminii) pentru toate materialele intermediare (pozitive intermediare și contratipe).

B. NORMAREA PELICULELOR POZITIVE

Emulsiile și chiar turnările de pelicule destinate copierii prezintă din fabricație diferențe de sensibilitate, care îngreuiază utilizarea lor în procesul de copiere. La peliculele color, în afara deosebirilor care există în privința sensibilității generale, se constată în plus și diferențe între sensibilitățile celor trei straturi, ceea ce duce la apariția dominantelor de culoare.

Pentru anularea diferențelor de sensibilitate existente între emulsiile și turnările peliculelor destinate copierii (în special a peliculei pozitive), se folosește operația de normare.

Normarea peliculelor reprezintă operația prin care, pe baza unei anumite metodologii, se stabilește pentru fiecare emulsie și turnare forfiltrul său de copiere. După cum se știe, forfiltrul modulează cantitativ și calitativ (la color) fluxul luminos de copiere astfel încît în urma copierii materialelor primare pe emulsii și turnări diferite de peliculă virgină să se obțină practic aceleași rezultate fotografice.

În cele ce urmează vom descrie pe scurt metodele uzuale de normare a peliculelor pozitive alb-negru și color.

1. Normarea peliculei pozitive alb-negru

Normarea peliculei pozitive alb-negru se efectuează de obicei pentru fiecare grupă de turnări cu același contrast. Se extrage din fiecare turnare cîte o bucată de peliculă de circa 20—30 cm, care se lipesc cap la cap. Pe această peliculă se copiază o scală gri cu o singură lumină de copiere și apoi se dezvoltă în condiții standard, adică

pînă la γ recomandat. Se citesc densitățile unei anumite plaje a scalei pentru fiecare dintre turnări și se află în acest mod diferențele de sensibilitate. Se stabilește în continuare, pe bază de tabele sau prin probe suplimentare, ce filtru gri trebuie utilizat la copierea fiecărei turnări pentru ca rezultatele fotografice obținute să fie identice la toate turnările, indiferent de sensibilitatea acestora. Filtrul gri determinat prin această metodă de normare reprezintă forfiltrul turnării respective de peliculă pozitivă alb-negru.

2. Normarea peliculei pozitive color

Normarea peliculei pozitive color este mai complicată și poate fi efectuată prin mai multe metode. Vom prezenta în continuare două metode utilizate mai mult în practică și anume: *metoda prin copiere directă* și *metoda cu scala gri*.

● **La prima metodă**, pelicula pozitivă color este expusă în mașina de copiat printr-o bucată de peliculă negativă color avînd densitatea egală cu densitatea voalului. Expunerea se face la viteza normală a mașinii cu diferite valori ale forfiltrului, după care pelicula e prelucrată în condiții standard. Se alege ca forfiltru de normare pentru o anumită turnare de peliculă pozitivă color acel forfiltru cu care s-au obținut în fiecare strat densități egale între ele și avînd aceeași valoare cu o densitate etalon fixată în prealabil:

$$D_g = D_p = D_{az} = D_{etalon}$$

● **La a doua metodă**, se ia o scală gri neutru și se filmează pe o peliculă negativă color uzuală cît mai balansată, folosind o expunere corectă. Această scală aflată pe peliculă negativă este copiată cu o anumită fișă de lumini și cu diferite forfiltre, pe pelicula pozitivă supusă normării. După prelucrarea probei în condiții standard, se trece la determinarea forfiltrului de normare. Se alege ca forfiltru de normare al turnării de peliculă pozitivă color acel forfiltru cu care s-a obținut o scală apreciată vizual ca avînd culoarea gri pentru toate plajele. Totodată, densitatea unei anumite plaje din scală trebuie să fie egală cu o densitate etalon stabilită în prealabil.

Această metodă este mai rațională întrucît condițiile încercării se apropie de condițiile utilizării în practică a peliculelor, iar valorile forfiltrului sînt mai mici decît la prima metodă.

În urma operației de normare a peliculei pozitive color, se determină cîte un forfiltru pentru fiecare turnare, care va modula fluxul

luminos de copiere atît cantitativ (pentru egalizarea sensibilității generale), cît și calitativ (pentru anularea diferențelor de sensibilitate, ale celor trei straturi ale peliculei). Astfel, aceste corecții care se materializează în forfiltrul de copiere, permit ca negativele color să poată fi copiate cu fișa lor de lumini, pe orice turnare de peliculă pozitivă color, obținîndu-se copii identice ca densitate și culoare.

○ **Notă.** În unele laboratoare se efectuează normarea nu numai pentru peliculele pozitive, ci și pentru alte pelicule destinate copierii cum ar fi de exemplu peliculele pentru contratipare.

C. ETALONAREA FILMELOR ALB-NEGRU

Prin procesul de etalonare a negativelor alb-negru se determină lumina de copiere pentru fiecare plan în parte pentru ca în urma copierii pe peliculă pozitivă și a dezvoltării acesteia să se obțină o imagine cu densitate (acoperire) normală. Luminile de copiere sînt transpuse în ordine pe o bandă specială denumită fișă de lumini, care va modula cantitativ fluxul luminos în timpul copierii. Dacă două sau mai multe planuri alăturate necesită aceleași condiții de copiere, în fișa de lumini se va executa o singură lumină de copiere, care va servi pentru copierea întregii porțiuni respective din imaginea negativă.

Stabilirea inițială a luminilor de copiere se face prin aprecierea subiectivă de către etaloneri cu experiență a densității imaginii negative, ghidîndu-se în special după densitatea maximă utilă și după unele puncte importante de referință, cum ar fi densitățile fețelor actorilor, cerului etc. Definitivarea etalonării se face prin probe mici care, de asemenea, sînt apreciate vizual.

Pentru anumite scene se va ține seama și de indicațiile date de realizatorii filmului (scene de noapte, de amurg, efecte speciale etc.).

Pentru ca aprecierea etalonierilor să fie corectă se impune, ca o condiție tehnologică obligatorie, menținerea constantă cu rigurozitate în limite precise de toleranță, a proceselor de copiere și de prelucrare chimico-fotografică.

În procesul de etalonare, atît la probe cît și la executarea copiilor, trebuie să se utilizeze peliculă pozitivă normată.

În figura 74 este redat schematic principiul etalonării filmelor alb-negru. Dacă trei planuri ale negativului, cu densități diferite $D_{neg_1} < D_{neg_2} < D_{neg_3}$, se copiază fără etalonare, cu o singură lumină de copiere L , se vor obține în copia pozitivă imagini cu densități diferite:

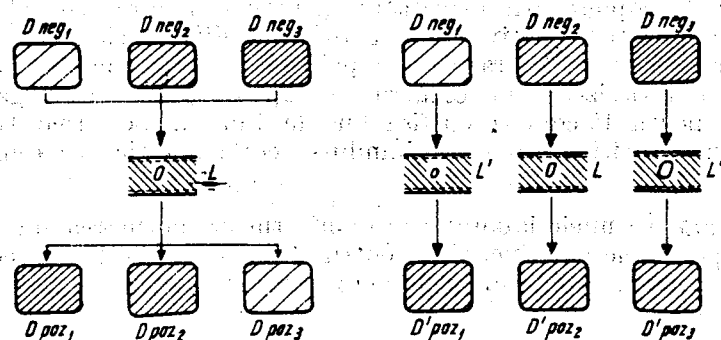


Fig. 74. Schema principiului etalonării filmelor alb-negru.

$D_{poz_1} > D_{poz_2} > D_{poz_3}$. Aplicînd etalonarea, cele trei planuri ale negativului se vor copia fiecare cu lumina corespunzătoare $L' < L < L''$, astfel încît în final se vor obține imagini egalizate $D'_{poz_1} = D'_{poz_2} = D'_{poz_3}$.

Operațiile tehnologice ale etalonării filmelor alb-negru se desfășoară în următoarea ordine:

- se analizează densitățile imaginii negative pe un derulator cu lanternă și se stabilește cite o lumină de copiere pentru fiecare plan;
- luminile de copiere se trec în caietul de etalonare;
- se execută fișa de lumini;
- se pune la punct sistemul de emiteră a impulsurilor (ancoșe, semnale magnetice sau banda sincronă);
- se verifică corespondența dintre fișa de lumini și sistemul de emiteră a impulsurilor.

D. ETALONAREA FILMELOR COLOR

Etalonarea filmelor color se poate face prin două metode principal diferite și anume: prin metoda substractivă și prin metoda aditivă.

1. Etalonarea substractivă

Metoda substractivă de etalonare a apărut de multă vreme și se aplică încă pe scară largă în laboratoare.

Conform acestei metode, de pe imaginea negativă color se realizează probe pozitive ce sînt apreciate din punctul de vedere al den-

sității generale și al culorilor pe care le conțin. Pe baza acestor probe și uneori cu ajutorul unor instalații electronice de etalonare (vezi § 5) se stabilesc corecții pentru densitatea generală (prin lumina de copiere sau filtre gri) și pentru culoare (prin filtre colorate galbene, purpurii și azurii). Prin urmare, fluxul luminos de copiere va fi modulată atît cantitativ (i se modifică intensitatea), cît și calitativ (i se schimbă compoziția spectrală).

În urma etalonării substractive, rezultă de regulă o fișă de lumini cu diafragme în care, pentru fiecare porțiune din negativul color care necesită condiții identice de copiere va exista o diafragmă (o lumină de copiere) pe care se aplică filtre colorate și uneori gri.

● Corectarea culorilor se face cu filtre colorate din gelatină, galbene, purpurii și azurii, cu concentrații diferite. Filtrele de o anumită culoare au concentrații cu valori de la 5% la 100%, cu trepte din 10 în 10%. Un filtru cu concentrația maximă (100%) asigură transmisia a două treimi și absoarbe o treime din radiațiile spectrului vizibil. De exemplu, filtrul azuriu cu concentrația 100% transmite radiațiile indigo și verde și absoarbe în întregime radiațiile roșii. Pe măsură ce concentrația filtrelor scade, ele încep să transmită din ce în ce mai mult radiațiile pe care le absorb. Astfel, filtrul azuriu de 50% va reține numai jumătate din radiațiile roșii și va transmite cealaltă jumătate. În acest mod, fiecare dintre filtrele galben, purpuriu și azuriu modulează radiațiile culorilor de bază, respectiv indigo, verde și roșu.

● Pentru corectarea unui plan se pot însuma mai multe filtre de aceeași culoare cu concentrații diferite. De exemplu două filtre galbene suprapuse cu concentrațiile de 20% și respectiv 30% vor avea același efect cu un filtru galben de 50%.

Pentru definitivarea corecțiilor de culoare, se analizează imaginea pozitivă a probelor și se apreciază dominantă de culoare. Dominanta constatată se scoate introducînd în fișa de lumini filtre de aceeași culoare, sau scăzînd din celelalte două filtre, dacă sînt prezente împreună în corecția inițială.

De exemplu, dacă imaginea pozitivă prezintă o dominantă galbenă, este necesar ca, în funcție de tăria acestei dominante, să se introducă în fișa de lumini un filtru galben de o anumită concentrație. Acest filtru galben va absorbi o parte din radiațiile indigo ale fluxului luminos de copiere și astfel va provoca o scădere a densității colorantului galben în copia pozitivă (acest strat după cum se știe este sensibil la indigo). Același efect se poate obține dacă se scot din fișa de lumini filtre purpurii și azurii în aceeași concentrații, dacă acestea sînt prezente împreună în fișă.

Dacă dominantă imaginii pozitive este, de exemplu, roșie, trebuie să se introducă concomitent în fișă filtrele galben și purpuriu sau să se scadă (dacă există) filtrul azuriu.

Pentru corectarea densității generale a imaginii, se schimbă lumina de copiere sau se introduc filtre gri cu densități optice din 0,06 în 0,06, ce se aplică pe diafragma fișei de lumini.

Rezultatele etalonării unui plan se consemnează notind mai întâi lumina de copiere (sau filtrul gri) și apoi combinația de filtre colorate.

De exemplu, dacă pentru un anumit plan s-a determinat corecția 15/40 00 15, înseamnă că planul respectiv se va copia cu lumina nr 15 pe care se va aplica un filtru galben de 40 % și un filtru azuriu de 15 %.

Introducerea sau scoaterea filtrelor colorate de corecție modifică intensitatea fluxului luminos de copiere. De aceea, orice modificare a concentrațiilor filtrelor colorate trebuie să fie corelată cu o schimbare corespunzătoare a luminii de copiere sau a valorii filtrului gri, pentru ca densitatea generală a planului să nu fie afectată.

○ **Remarcăm** că este contraindicată întrebuințarea concomitentă în aceeași corecție a trei filtre cu culori diferite. Dacă totuși rezultă o corecție ce conține toate cele trei filtre împreună, atunci se scoate din combinație filtrul cu concentrația cea mai mică, scăzându-se și celelalte două filtre în aceeași proporție. Astfel o corecție de $x/40\ 70\ 10$ / trebuie să se transforme în $y/30\ 60\ 00$, ceea ce va duce la eliminarea unei cantități inutile de gri.

Modul în care procesul de etalonare acționează asupra celor trei straturi ale peliculei pozitive color poate fi urmărit în figura 75. De aici se poate observa că în exemplul dat, prin introducerea filtrului galben se coboară curba caracteristică a primului strat, se scoate dominantă galbenă existentă în imaginea pozitivă și se echilibrează balanța de culoare.

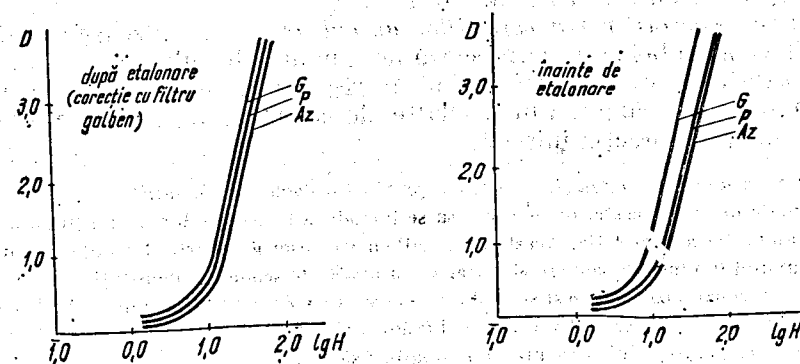


Fig. 75. Acțiunea corecțiilor procesului de etalonare asupra straturilor peliculei pozitive color.

● **Operațiile tehnologice** efectuate în procesul etalonării substructive au următoarea succesiune:

— se execută bobinițele de etalonare, care sînt mici bucăți de cîteva fotograme din planurile negativului lipite cap la cap;

— se copiază proba „zero” de pe bobinițele de etalonare ale negativului color, care se realizează numai cu forfiltrul peliculei pozitive color;

— se analizează la lanternă proba pozitivă obținută, se fac primele corecții și se execută fișa de lumini;

— se fac noi probe de pe bobinițele de etalonare și se definitivează corecțiile preliminare, modificîndu-se în mod corespunzător fișa de lumini.

În continuare, se execută 1—2 copii pozitive denumite *copii tehnice*, ce servesc pentru definitivarea fișei de lumini.

În final, ca și la alb-negru, se verifică corespondența dintre fișa de lumini și sistemul de emiteră a impulsurilor.

Toate probele mici precum și executarea bobinițelor se exclud dacă se întrebuințează pentru stabilirea corecțiilor preliminare o instalație electronică de etalonare adaptată metodei de etalonare substructive.

● **Metoda substractivă de etalonare** prezintă trei mari dezavantaje datorate filtrelor:

— se distorsionează într-o oarecare măsură culorile imaginii datorită absorbțiilor parazitare ale filtrelor colorate;

— se reduce iluminarea generală în fereastra de copiere ca urmare a absorbției luminii de către filtre;

— costurile de producție sînt mai ridicate deoarece consumul de filtre este mai ridicat.

Datorită acestor dezavantaje, metoda substractivă de etalonare a filmelor color este treptat înlocuită de metoda aditivă de etalonare.

2. Etalonarea aditivă

Metoda aditivă de etalonare a filmelor color, care capătă pe zi ce trece o extindere din ce în ce mai mare, se deosebește principal de metoda substractivă.

În cadrul acestei metode, imaginea negativă color este analizată de obicei cu o instalație electronică, care permite în mod operativ stabilirea corecțiilor preliminare ale culorilor și ale densității generale a imaginii. Se obține astfel fișa de lumini-program care în mașina aditivă de copiat va acționa asupra celor trei fluxuri elementare

indigo, verde și roșu, ce se unesc apoi în fereastra de copiere. Pentru corectarea culorilor se acționează în mod diferit asupra celor trei fluxuri elementare, pentru fiecare stabilindu-se o lumină de copiere din cele 50 existente, ceea ce modifică compoziția spectrală a fluxului luminos de copiere. În vederea schimbării densității generale a imaginii intensitatea fluxurilor elementare indigo, verde și roșu este mărită sau micșorată în mod egal, cu același număr de lumini.

În cazul în care instalația electronică lipsește, etalonarea aditivă se poate realiza și pe bază de probe cu ajutorul bobinițelor. Se modifică însă principial modul în care se face aprecierea probelor pozitive și stabilirea corecțiilor de culoare necesare.

De exemplu, dacă imaginea pozitivă a probei are dominantă galbenă, trebuie să se reducă intensitatea fluxului indigo, stabilindu-se pentru acesta o lumină mai mică de copiere. Același efect se realizează dacă se măresc intensitățile fluxurilor elementare verde și roșu.

Dacă dorim să eliminăm de exemplu o dominantă roșie a imaginii (care provine dintr-un exces al coloranților galben și purpuriu), se vor micșora intensitățile fluxurilor indigo și verde sau se va mări intensitatea fluxului roșu.

După stabilirea pe bază de probe sau cu instalația electronică a corecțiilor preliminare asupra culorilor și densității generale a imaginii se execută, ca și la metoda substractivă, 1—2 copii pozitive tehnice ce servesc la definitivarea etalonării. În final rezultă fișa de lumini definitivă a negativului, care se va utiliza ori de câte ori vor fi necesare noi copii pozitive de pe acest material primar.

○ Menționăm că și la această metodă se cere folosirea de peliculă pozitivă normată, iar procesele de copiere și prelucrare trebuie să funcționeze în regim constant.

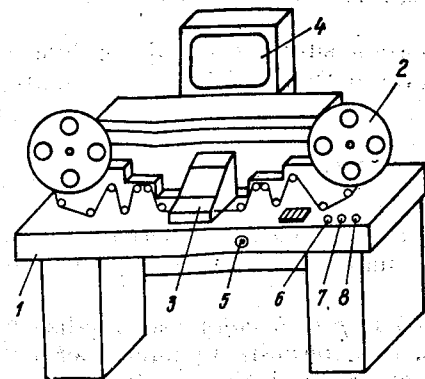


Fig. 76. Schema analizatorului de culoare Hazeltine.

● În figura 76 este redată schematic instalația electronică de etalonare Hazeltine (firma Bell-Ho-well), care constă dintr-o masă 1, prevăzută cu un sistem de derulare verticală automată a peliculei negative color 2. Fotograma negativă care se analizează se introduce într-un cap electronic de citire 3, care preia informațiile și le transmite într-un circuit de televiziune în culori. Pe ecranul 4 se transmite prin inversare electronică imaginea pozitivă color a negati-

vului analizat. Cu ajutorul butonului 5 se reglează strălucirea generală a imaginii, iar cu butoanele 6, 7 și 8 se corectează culorile imaginii, modificându-se raportul dintre cele trei culori de bază: indigo, verde și roșu. Instalația este astfel construită încât după corectarea optimă a strălucirii și culorilor imaginii, indicațiile până la care au fost rotite butoanele 6, 7 și 8 constituie de fapt luminile de copiere ale fluxurilor elementare indigo, verde și roșu. Pe baza acestor date se comandă la o instalație alăturată perforarea fișei de lumini-program pentru planul respectiv. Operația se repetă pentru fiecare plan al negativului până la sfârșitul bobinei când va fi gata și fișa de lumini.

○ Notă. Instalația electronică de etalonare (care se mai numește și analizator de culoare) poate fi livrată la cerere cu un adaptor special, pentru a fi utilizată și pentru metoda substractivă de etalonare.

Etalonarea cu ajutorul instalației Hazeltine elimină bobinițele și exclude o serie de probe, ceea ce duce la economii de peliculă și mărirea substanțială a randamentului muncii.

În același timp trebuie arătat că etalonarea efectuată cu această instalație prezintă unele imperfecțiuni, datorită diferențelor care mai există între instalație și procesele de prelucrare. De aceea, definitivarea etalonării trebuie să se facă prin vizionarea pe ecran a copiilor tehnice.

○ În concluzie, se poate aprecia că metoda de etalonare aditivă este superioară celei subtractive datorită eliminării filtrelor de corecție. Prin aceasta se obține o calitate mai bună a culorilor, lumină mai multă la copiere și costuri mai reduse de producție.

Rezumat

1. Principiile procesului de etalonare

— Definiția procesului de etalonare	— stabilirea condițiilor de copiere (fișa de lumini) a materialelor primare.
-------------------------------------	--

2. Normarea peliculelor pozitive

- | | |
|---|--|
| a) Definiția normării peliculelor | — stabilirea forfiltrului de copiere pentru fiecare turnare de peliculă destinată copierii. |
| b) Normarea peliculelor pozitive | <ul style="list-style-type: none"> — a peliculelor alb-negru; — a peliculelor color. |
| c) Metode de normare a peliculelor pozitive color | <ul style="list-style-type: none"> — prin copiere directă; — cu scală gri. |

3. Etalonarea filmelor alb-negru

- *Principalele etape ale etalonării filmelor alb-negru* {
 - analiza imaginii negative;
 - stabilirea lumini de copiere pentru fiecare plan;
 - executarea fișei de lumini.

4. Etalonarea substractivă a filmelor color

- a) *Conținutul etalonării subtractive* {
 - corectarea culorilor cu filtre G, P, Az de diferite concentrații;
 - corectarea densității generale cu lumini de copiere (diafragme) sau cu filtre gri.
- b) *Etapele etalonării subtractive* {
 - probe mici de pe bobinițe sau analiza negativului în instalația electronică pentru etalonarea preliminară;
 - definitivarea etalonării (a fișei de lumini) prin copii tehnice.

5. Etalonarea aditivă a filmelor color

- *Conținutul etalonării aditive* {
 - corectarea culorilor prin modificarea diferențiată a fluxurilor I, V, R;
 - corectarea densității generale prin creșterea sau scăderea în egală măsură a fluxurilor I, V, R.
- *Etapele etalonării aditive* {
 - analiza negativului în instalația electronică și stabilirea corecțiilor preliminare;
 - definitivarea etalonării (a fișei de lumini) prin copii tehnice.

Verificarea cunoștințelor

1. De ce metoda de normare a peliculelor pozitive color cu scală gri este superioară celorlalte metode de normare?
2. Are operatorul de imagine posibilitate să aprecieze acoperirea (densitatea) negativelor alb-negru dacă cunoaște luminile de copiere?
3. Ce filtre de corecție trebuie să se introducă în fișă la etalonarea substractivă dacă imaginea are o dominantă indigo?
4. Cum trebuie să se modifice intensitățile fluxurilor elementare I, V, R, la etalonarea aditivă dacă imaginea are o dominantă azurie?

Capitolul VIII

PRELUCRAREA NEGATIVELOR DE IMAGINE ȘI EXECUTAREA COPIILOR DE LUCRU

A. TEHNOLOGIA PRELUCRĂRII CHIMICO-FOTOGRAFICE A NEGATIVELOR DE IMAGINE

Imaginea negativă a filmelor trebuie să aibă o calitate fotografică optimă, care constă în primul rând într-un contrast vizual și o acoperire (densitate generală) normale. Realizarea acestui deziderat depinde nu numai de performanțele peliculei negative utilizate, ci și de modul în care se realizează expunerea la filmare și prelucrarea chimico-fotografică în laborator. De aceea se acordă o atenție deosebită corelării permanente a activității operatorului de imagine cu tehnologia de prelucrare a negativelor în laborator.

● Pentru a asigura o calitate tehnică ridicată a imaginii, operatorul are următoarele obligații principale:

- asigurarea pentru scenele normale din film a unui contrast de iluminare constant pe toată durata filmărilor;
- expunerea corectă a negativului la toate filmările, pentru plasarea imaginii cu preponderență pe porțiunea rectilinie a curbei caracteristice;
- respectarea, la filmele color, a temperaturii de culoare pentru care pelicula folosită este balansată.

Din cele de mai sus reiese că în tehnologia modernă a filmării condițiile tehnice de expunere sînt riguroase și constante.

● Laboratorul are la rîndul său sarcina de a asigura o prelucrare standard, foarte constantă, a negativelor de imagine, bazată pe determinarea și verificarea științifică a tuturor parametrilor de lucru. Prelucrarea negativelor de imagine în laborator trebuie să respecte următoarele condiții esențiale:

- prelucrarea tuturor comenzilor de negativ venite de la echipa de filmare, la același contrast sensitometric (la $\gamma = \text{const}$);

- menținerea constantă pe tot parcursul realizării filmului a „sensibilității revelatorului” adică a capacității acestuia de a asigura permanent densități constante pentru aceleași expuneri ($D_c = \text{const}$);
- menținerea în timp a balanței de culoare realizate de procesul de prelucrare a peliculei negative color;
- asigurarea securității și acurateții negativelor în procesul de prelucrare.

Înainte de începerea filmărilor, se efectuează o serie de probe tehnice filmate și — pe bază de sensitograme — se stabilesc condițiile tehnice de prelucrare pentru întregul film. În acest scop, se trasează de obicei pentru pelicula negativă utilizată, curba $\gamma = f(t_{dev})$, care facilitează determinarea duratei de dezvoltare necesare pentru atingerea factorului de contrast optim.

În figura 77, este prezentat modul în care se trasează curba $\gamma = f(t_{dev})$ pentru pelicula negativă alb-negru. Pentru aceasta, se expun minimum trei sensitograme care se dezvoltă la timpi diferiți (t_{dev1} , t_{dev2} , t_{dev3}). Se trasează curbele caracteristice, se află cei trei factori de contrast (γ_1 , γ_2 , γ_3), iar pe baza datelor obținute se obține curba $\gamma = f(t_{dev})$.

● Parametrii tehnici de prelucrare stabiliți pentru un anumit film, denumiți **parametri etalon**, pe care laboratorul trebuie să-i respecte, sînt de regulă următorii:

- factorul de contrast — γ ;
- densitățile de control — D_{c1} și D_{c2} ;
- voalul fotografic — D_0 .

Dacă contrastul de iluminare la filmare a fost constant, menținerea factorului de contrast (γ), care exprimă contrastul sensito-

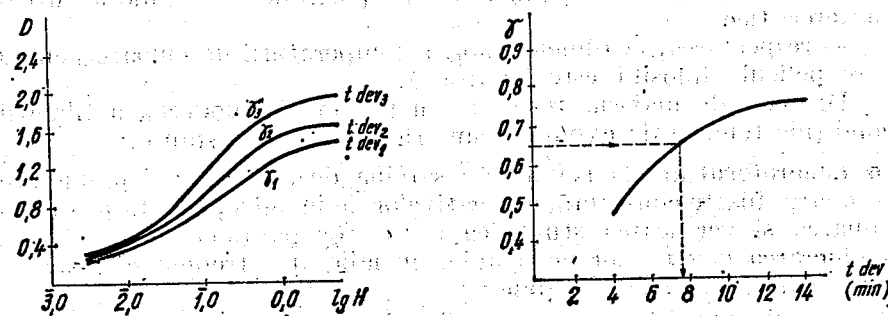


Fig. 77. Trasearea curbei $\gamma = f(t_{dev})$.

metric și depinde de durata dezvoltării, permite realizarea *unității de contrast* pentru imaginea întregului film. În practică, dezvoltarea negativelor de imagine se face în majoritatea cazurilor la $\gamma = 0,65 \pm 0,03$.

Pentru a controla și a menține cât mai constantă sensibilitatea revelatorului, se stabilesc două plaje ale sensitogramei, care prin măsurare ne dau cele două densități de control D_{c1} și D_{c2} . Menținerea acestor densități de control în limitele de toleranță de $\pm 10\%$ va permite ca, în condițiile unei expuneri corecte la filmare, să se obțină întotdeauna o acoperire normală a imaginii negative.

Urmărirea voalului fotografic D_0 este utilă pentru verificarea suplimentară a corectitudinii proceselor chimice ce au loc în timpul dezvoltării sau în alte faze ale prelucrării.

Pentru peliculele negative color, parametrii tehnici de prelucrare se stabilesc și se urmăresc pentru fiecare strat în parte astfel încît numărul parametrilor va fi mai mare:

$$\gamma_0, \gamma_p, \gamma_{az};$$

$$D_{c1g}, D_{c2g}; D_{c1p}, D_{c2p}; D_{c1az}, D_{c2az};$$

$$D_{0g}, D_{0p}, D_{0az}.$$

În continuare, vom descrie principalele operații tehnologice ce se efectuează în cele două faze ale prelucrării negativelor de imagine și anume *la stabilirea condițiilor de dezvoltare și la prelucrarea negativului în mașina de dezvoltat*.

1. Stabilirea condițiilor de dezvoltare

Stabilirea condițiilor de dezvoltare a peliculei negative se face de către atelierul de sensitometrie. După anunțarea unei comenzi de negativ, se expune o sensitogramă din pelicula utilizată la filmare (aceeași turnare și emulsie). Sensitograma este dezvoltată la un timp de dezvoltare care se apreciază că va asigura obținerea parametrilor etalon ai filmului respectiv. Pentru acesta, se consultă datele prelucrării anterioare a acestei pelicule (dacă există), controlul zilnic al procesului de prelucrare și curba $\gamma = f(t_{dev})$ a peliculei negative respective.

După prelucrare, sensitograma se citește și se determină γ , D_{c1} și D_{c2} . Valorile obținute se compară cu cele etalon și se fixează

timpul la care se va developa comanda de negativ venită de la echipa de filmare. De exemplu, dacă pentru o peliculă negativă alb-negru parametrii etalon sînt $\gamma = 0,65$, $D_{c1} = 0,62$ și $D_{c2} = 1,35$, iar cei obținuți prin developarea sensitogramei ($t_{dev} = 7$ min 30 s) sînt $\gamma = 0,69$, $D_{c1} = 0,75$ și $D_{c2} = 1,51$ rezultă că durata dezvoltării comenzii de negativ trebuie să fie mai scurtă ($t_{dev} \cong 7$ min).

În cazul prelucrării peliculelor negative color, determinarea parametrilor de lucru se face în special după stratul purpuriu, iar schimbarea timpului de developare trebuie să se efectueze în limite restrînse pentru a nu efectua balanța de culoare.

2. Prelucrarea negativului de imagine

Acest proces se începe prin controlul la derulator a stării perforațiilor, operație ce se execută cu mare atenție la lumină inactivă. Apoi se fixează timpul de developare, se dă drumul la dozare, se controlează temperaturile soluțiilor, agitarea revelatorului, suflătorii de picături, regimul de uscare etc.

Se încarcă pe rînd în mașina de developat bobinele de peliculă negativă și se supraveghează permanent bunul mers al prelucrării. Negativul este însoțit de o sensitogramă expusă pe pelicula respectivă care va servi pentru controlul corectitudinii prelucrării.

Avînd în vedere valoarea deosebit de ridicată a negativelor de imagine, trebuie să se acorde o atenție deosebită securității peliculei prelucrate. De aceea, mașina de developat este controlată și revizuită cu multă grijă pentru a funcționa perfect, fără să zgirie sau să forțeze perforațiile.

Prelucrarea chimico-fotografică a peliculei negative alb-negru se face într-un regim de lucru astfel stabilit, încît să asigure realizarea parametrilor optimi (γ , D_{c1} și D_{c2}). Revelatorul este de tip negativ (de cele mai multe ori D-76), iar fixajul utilizat este acid.

○ Notă. La prelucrarea peliculelor color este necesar să se respecte riguros rețetele soluțiilor și regimurilor tehnologice indicate de fabricile producătoare pentru tipurile respective de pelicule.

În tabela 22 sînt prezentate regimurile de prelucrare pentru peliculele negative color NC-3 ORWO, tip 5254 Kodak (ECN I) și tip 5247 Kodak (ECN II).

Tabela 22

Regimurile de prelucrare a unor pelicule negative color

Procese	NC-3 ORWO		ECN I-Kodak		ECN II-Kodak	
	timp (min. s.)	temperatură [°C]	timp [min. s.]	temperatură [°C]	timp [min. s.]	temperatură [°C]
Prebaie	—	—	10—20 s	21	10—20 s	26,7
Îndepărtarea stratului antihalo	—	—	10—20 s	21	1—2 s	27—38
Developare	6—7 min	20	12 min	21	3 min	41,1
Oprire	—	—	—	—	20—30 s	27—38
Spălare	15 min	12—15	10—20 s	21	30 s	27—38
Fixare	—	—	4 min	21	—	—
Spălare	—	—	4 min	21	—	—
Înălbire	5 min	20	8 min	21	3 min	37,8
Spălare	5 min	12—15	4 min	21	1 min	27—38
Fixare	5 min	20	4 min	21	2 min	37,8
Spălare	15 min	12—15	7 min	21	2 min	27—38
Stabilizare	—	—	1 min	21	10—20 s	27—38

B. EXECUTAREA COPIILOR DE LUCRU

Copiile de lucru sînt copii pozitive, fără fonogramă, care se execută de pe negativele de imagine și servesc pentru trei scopuri principale :

— pentru aprecierea realizării artistice a cadrelor filmate din toate punctele de vedere (jocul actorilor, iluminare, scenografie, costume, machiaj etc.);

— pentru verificarea calității tehnice a negativelor filmate (acoperire, contrast, claritate, starea suprafețelor, stabilitatea imaginii etc.);

— pentru realizarea montajului pozitiv al filmului de către regizorul și monterul echipei.

Copiile de lucru însumează o cantitate însemnată de peliculă (circa 10—12 000 m pentru un film de lung metraj), deoarece se copiază majoritatea dublelor ce se filmează pentru fiecare plan.

În figura 78 este redat fluxul tehnologic al realizării copiilor de lucru în laboratoarele de prelucrare a peliculei. În conformitate cu acest flux, vom descrie pe scurt operațiile tehnologice care se efectuează în fiecare etapă.

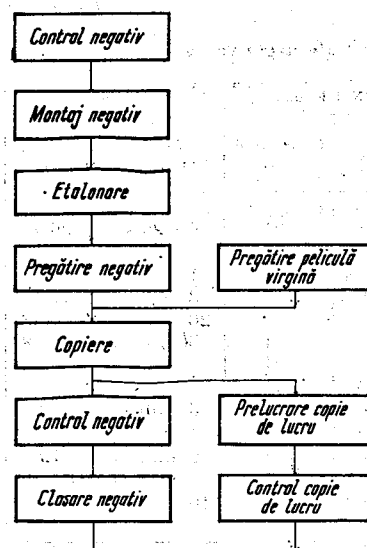


Fig. 78. Fluxul tehnologic al realizării copiilor de lucru.

● **Montarea negativelor pentru copiere** se face conform indicațiilor din jurnalul de filmare și constă în lipirea cap la cap a acelor duble ce se cer a fi copiate. Odată cu această operație se confecționează pentru filmele color bobinile de etalonare, care se obțin decupind și lipind în ordine câte 8 fotograme din fiecare cadru. Dacă există în dotare instalație electronică de etalonare, se renunță la executarea bobinilor. La unul dintre capetele bobinei de negativ se montează în multe laboratoare o scală de control, care se va copia în pozitiv odată cu negativul și se va prelucra împreună cu copia de lucru. Această scală servește la controlul global al copierii și dezvoltării.

● **Etalonarea negativelor pentru copii de lucru** nu este o etalonare definitivă, de precizie, întrucât aceasta ar implica timp și consumuri mari de peliculă. De aceea etalonarea se face la alb-negru prin apreciere directă a negativului pentru determinarea luminilor de copiere, iar la color, cu ajutorul instalației electronice de etalonare sau cu probe foarte puține. Atât probele cât și copierea trebuie să se facă pe peliculă pozitivă normată, adică cu forfiltrul determinat în prealabil.

● **Controlul negativelor de imagine** se face imediat după prelucrarea în mașina de dezvoltat. Pentru a afla dacă prelucrarea a fost corectă se citește sensitograma care a însoțit negativul, se determină γ , D_{c1} , și D_{c2} și se compară cu valorile parametrilor etalon stabiliți pentru acel film. Apoi, bobinele de negativ sînt controlate cu minuțiozitate la derulator de către personalul CTC. Aici se controlează în primul rînd, pe cît posibil, calitatea fotografică a imaginii verificînd densitatea generală, claritatea imaginii, voalul fotografic și alte aspecte. Se face în al doilea rînd o examinare minuțioasă a stării mecanice a suprafețelor și perforațiilor, controlînd dacă sînt prezente zgirieturi, frecături, pete etc., precum și dacă există forțări sau plesnituri ale perforațiilor.

La sfîrșitul etalonării se confecționează fișa de lumini și se aranjează sistemul de emiteri a impulsurilor pentru transportul acesteia (de obicei ancoșarea negativului).

● **Pregătirea negativelor pentru copiere** constă în lipirea starturilor, ștergerea suprafețelor peliculei de impurități și bobinarea peliculei astfel încît să fie cu începutul la exteriorul bobinei și cu emulsia în afară.

● **Copierea negativelor** se face pe peliculă pozitivă normată, cu fișă de lumini și forfiltru, cu ajutorul unor mașini de copiat cu performanțe cit mai ridicate. Se impune ca procesul de copiere să fie bine controlat și reglat în privința constanței fluxului luminos, a clarității de copiere și a stabilității imaginii.

● **Prelucrarea copiilor de lucru** se efectuează în condiții standard în mașina de dezvoltat, unde se prelucrează pelicula pozitivă alb-negru sau color respectivă. Se urmărește ca dezvoltarea să se facă la $\gamma_{poz} = const$, iar densitățile de control trebuie să se mențină în limitele admisibile. Pentru controlul calității prelucrării se obișnuiește ca fiecare copie de lucru să fie însoțită de o scală de control care se verifică imediat după terminarea prelucrării.

● **Controlul negativelor după copiere** se face de către CTC, pentru a verifica dacă nu s-au produs deteriorări mecanice ale acestor importante materiale primare în mașina de copiat. După aceasta, negativele de imagine sînt trimise atelierului de montaj-negativ.

● **Controlul copiilor de lucru** este îndreptat în două direcții. Se verifică mai întîi scala care a însoțit copia de lucru în mașina de dezvoltat, precum și scala de control global al dezvoltării și copierii. La aceste scale se citesc anumite densități de control, care se compară cu valorile socotite etalon. Se controlează apoi copia de lucru în proiecție pe un ecran cu iluminare mai mare decît în rețea (circa 400 lx). Cu ocazia acestei vizionări, se verifică atît calitatea copiei ca atare cît și, indirect, calitatea tehnică a negativului după care s-a copiat. În cazul în care se constată anumite defecțiuni, se trece imediat la depistarea locului unde s-au produs și a cauzelor care le-a determinat. Aceste defecțiuni se pot datora peliculei negative, pot proveni de la filmare sau pot rezulta din prelucrarea chimico-fotografică a negativului în laborator. Defecțiunile constatate trebuie comunicate de urgență echipelor de filmare, pentru a lua măsurile necesare de remediere sau, cînd este cazul, de a refilma cadrele rebutate.

- După control, copiile de lucru însoțite de buletinul CTC sînt predate echipelor de filmare.

● **Clasarea negativelor** se efectuează în atelierul de montaj-negativ și constă din despărțirea cadrelor și dublelor în bobinițe mici precum și din marcarea și depozitarea acestora. Aceste mici bobinițe, cărora li se atașează etichete cu numerele planului (cadrului) și dublei, sînt introduse în cutii metalice pe care se înscriu datele necesare de identificare. Negativele astfel clasate se depozitează într-o filmotecă specială prevăzută cu aer condiționat, pînă la montajul final al filmului.

Rezumat

1. Tehnologia prelucrării chimico-fotografice a negativelor de imagine

- | | | |
|---|---|--|
| a) Condiții la prelucrarea negativelor în laborator | { | <ul style="list-style-type: none"> - factor de contrast constant ($\gamma = \text{const}$); - menținerea „sensibilității revelatorului“ ($D_c = \text{const}$); - menținerea balanței de culoare; - securitatea și acuratețea în timpul prelucrării. |
| b) Parametri tehnici ai prelucrării negativelor | { | <ul style="list-style-type: none"> - factorul de contrast γ; - densitățile de control D_{c1} și D_{c2}; - voalul fotografic D_0. |

2. Executarea copiilor de lucru

- | | | |
|---|---|--|
| a) Scopurile în care se utilizează copiii de lucru | { | <ul style="list-style-type: none"> - aprecierea realizării artistice a filmărilor; - verificarea calității tehnice a negativelor; - realizarea montajului pozitiv. |
| b) Fazele fluxului tehnologic al realizării copiilor de lucru | { | <ul style="list-style-type: none"> - controlul negativelor; - montarea negativelor; - etalonarea negativelor; - pregătirea negativelor; - copierea negativelor; - prelucrarea copiilor de lucru; - controlul negativelor după copiere; - controlul copiilor de lucru; - clasarea negativelor. |

Verificarea cunoștințelor

1. Care credeți că sînt factorii de care depinde contrastul vizual al imaginii fotografice?
2. Faceți o comparație între regimurile de prelucrare a peliculelor EGN I și EGN II Kodak
3. Care considerați că sînt principalele defecțiuni ce pot interveni în prelucrarea negativelor în laborator și care pot fi depistate prin vizionarea copiei de lucru?

PRELUCRAREA. FONOGRAMEI OPTICE

A. TRANSPUNEREA MIXAJULUI MAGNETIC PE PELICULĂ NEGATIVĂ DE SUNET

Înregistrarea primară a sunetului filmelor se face pe benzi magnetice separate de dialog, muzică, zgomote etc. Aceste benzi sînt transpuse, printr-o dozare corespunzătoare a volumului acestora (mixare), pe o *bandă magnetică unică* care poartă denumirea de *mixaj*.

Mixajul magnetic al filmului este apoi transpus într-o instalație specială pe o peliculă fotosensibilă, denumită *peliculă negativă de sunet*. În urma prelucrării fotochimice, care se realizează în laborator, se obține fonograma optică negativă a filmului, sau mai simplu, negativul de sunet. Negativul de sunet va servi ca material primar pentru realizarea prin copiere a fonogramei optice în copiile pozitive ale filmului respectiv.

Fonograma transversală, care se utilizează în prezent pe scară largă pentru înregistrarea optică a sunetului, se caracterizează prin suprafață variabilă și densitate constantă. În instalația de transpunere semnalele electrice din mixajul magnetic sînt transformate în semnale optice care se materializează în variații continue ale lățimii fonogramei, cu o amplitudine și frecvență mai mare sau mai mică.

În figura 79 sînt prezentate o fonogramă optică negativă (din negativul de sunet) alături de o fonogramă optică pozitivă (din copia pozitivă a filmului).

Fonograma optică se caracterizează prin densitate (D), voal (D_0) și factorul de contrast (γ) la care s-a dezvoltat.

Peliculele negative de sunet care servesc pentru înregistrarea fonogramei optice sînt nesensibilizate, au un contrast ridicat ($\gamma = 3,5-4$), densitate de voal scăzută ($D_0 < 0,10$), capacitate de rezoluție ridicată (minimum 100 linii/mm) și granulație fină.

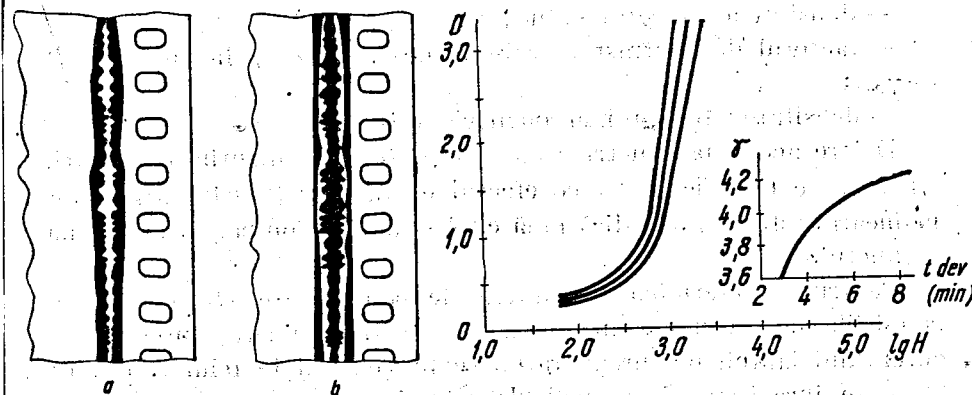


Fig. 79. Fonograme optice transversale:

a — negativă; b — pozitivă.

Fig. 80. Curbele caracteristice și curba $\gamma = f(t_{dev})$ ale peliculei negative de sunet T F 6-ORWO.

În figura 80 sînt date curbele caracteristice ale peliculei negative de sunet T F-6 ORWO, obținute în revelatorul ORWO nr. 22, și curba $\gamma = f(t_{dev})$.

● Un rol deosebit de important în tehnologia înregistrării, copierii și prelucrării fonogramei optice îl au distorsiunile neliniare și în special efectul de donner (*de detecție fotografică*), care se manifestă sub formă de şuierături la consoanele siflante și prin zgomote asemănătoare tunetului. Efectul de donner apare la expunere datorită difuziei luminii în stratul de emulsie al peliculei, ceea ce duce la o lățire a modulațiilor fonogramei în special la frecvențele înalte. Acest fenomen este prezent atât la expunerea negativului de sunet în instalația de transpunere, cât și la copierea fonogramei de pe negativul de sunet pe pelicula pozitivă în mașina de copiat.

Întrucît lățimea fonogramei optice negative și pozitive se face în sensuri diferite, se pot găsi condițiile tehnologice în care cele două efecte să se anuleze în cea mai mare măsură. În acest caz are loc așa-numita compensare a sunetului cînd nivelul distorsiunilor neliniare este minim.

● Parametrii tehnologici de care depinde compensarea sunetului sînt următorii:

— factorul de contrast la care se dezvoltă negativul de sunet — γ_{neg} ;

- densitatea fonogramei negative D_{neg} ;
- factorul de contrast la care se dezvoltă pelicula pozitivă — γ_{poz} ;
- densitatea fonogramei pozitive — D_{poz} .

Dintre acești parametri, γ_{neg} , γ_{poz} și D_{poz} se mențin constanți, iar D_{neg} se modifică pînă ce efectul de donner (nivelul distorsiilor neliniare) este minim, adică pînă cînd se obține compensarea optimă a sunetului.

Pentru a determina densitatea de compensare (D_{neg}) și deci condițiile de expunere în instalația de transpunere (intensitatea curentului lămpii de înregistrare), se procedează în felul următor:

- se înregistrează pe pelicula negativă de sunet în instalația de transpunere un semnal de dublu ton cu cîteva trepte de expunere ($I_1, I_2, I_3, \dots, I_n$);
- aceste înregistrări se dezvoltă în condiții standard la $\gamma_{neg} = const$ și se măsoară densitățile obținute ($D_{neg_1}, D_{neg_2}, D_{neg_3}, \dots, D_{neg_n}$);

— se execută după aceste probe copii pe pelicula pozitivă uzuală, în mașina de copiat, cu lumini diferite de copiere ($L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$), astfel alese încît să se obțină, după dezvoltarea standard ($\gamma_{poz} = const$), pe fiecare fonogramă, $D_{poz} = const$;

— probele conținînd fonogramele pozitive se introduc într-un aparat special cu care se măsoară efectul de donner pentru fiecare probă.

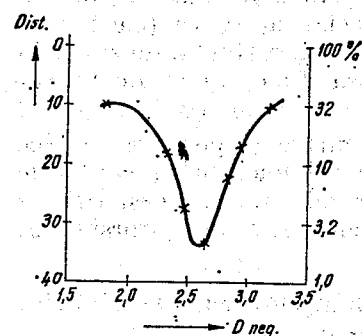


Fig. 81. Curba distorsiunilor neliniare.

($Dist_1, Dist_2, Dist_3, \dots, Dist_n$);

— se trasează curba distorsiunilor neliniare (fig. 81), al cărei minim indică densitatea fonogramei negative (D_{neg}) care asigură compensarea optimă a sunetului.

Aflindu-se în acest mod densitatea de compensare (D_{neg_x}), se adoptă ca expunere la transpunerea mixajului magnetic intensitatea de curent I_x care a determinat obținerea D_{neg_x} .

B. TEHNOLOGIA PRELUCRĂRII NEGATIVULUI DE SUNET ȘI A REALIZĂRII FONOGRAMEI DIN COPIILE POZITIVE STANDARD

Fluxul tehnologic al realizării fonogramei din copiile pozitive standard (fig. 82) cuprinde trei etape, și anume:

- prelucrarea chimico-fotografică a negativului de sunet primit de la transpunere;
- copierea fonogramei de pe negativul de sunet pe pelicula pozitivă virgină (pe această peliculă se copiază și imaginea);
- prelucrarea peliculei pozitive expuse, pentru obținerea copiei pozitive standard (imagine și fonogramă).

● Prelucrarea chimico-fotografică a negativului de sunet se face în mașina de dezvoltat imediat după terminarea operației de transpunere. Timpul de dezvoltare se definitivează pe baza prelucrării de probă a unor mici bucăți tăiate de la capetele bobinelor de negativ de sunet și care conțin liniște. Se urmărește, după cum s-a arătat mai înainte, ca în condițiile concrete de prelucrare să se obțină densitatea de compensare D_{neg_x} .

Dezvoltarea se face într-un revelator energic de tip pozitiv, care să asigure realizarea unui factor de contrast ridicat ($\gamma > 2,5$).

Toate bobinele negativului de sunet aparținînd unui film se prelucurează odată, în aceeași zi, pentru a se evita eventualele variații în activitatea chimică a procesului.

Verificarea corectitudinii prelucrării se face prin citirea densității fonogramei negative, obținută la fiecare bobină, valorile realizate urmînd să fie egale sau foarte apropiate de valoarea densității compensării optime D_{neg_x} .

● Copierea fonogramei se face de pe negativul de sunet pe peliculă pozitivă virgină alb-negru sau color, alături de imagine. Pentru a obține o claritate cît mai bună a modulațiilor fonogramei pozitive, se folosesc mașini de copiat cu performanțe ridicate care să asigure o ghidare corectă pe laterală, o alunecare minimă

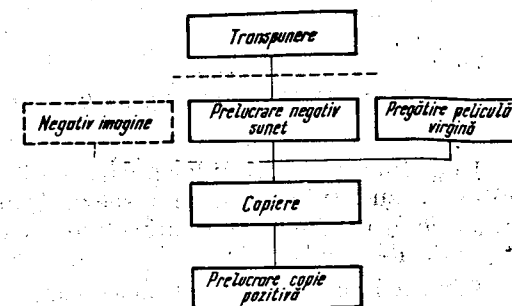


Fig. 82. Fluxul tehnologic al realizării fonogramei din copiile pozitive standard.

a peliculelor în timpul copierii și un contact foarte bun între ele. Tot în acest scop se utilizează lumină de copiere indigo, cât mai colimată. La copierea sunetului pe pelicule pozitive color, se recomandă filtrarea luminii de copiere pentru ca fonograma să se formeze numai în primul strat, ceea ce va îmbunătăți capacitatea de rezoluție și, deci, claritatea de copiere.

Înainte de a trece la copierea fonogramei se fac probe mici cu ajutorul cărora se determină lumina de copiere care să permită realizarea densității recomandate pentru copiile pozitive ($D_{poz} = 1,5$ pentru copiile alb-negru și $D_{pozAg} = 1,0$ pentru copiile color). În continuare, negativul de sunet se încarcă în mașina de copiat, cu semnul de încărcare în capul de copiere a fonogramei, se fixează parametri de copiere (lumina și regimul de alimentare a lămpii) și apoi se efectuează copierea. Totodată, se face de obicei și copierea imaginii într-un cap de copiere amplasat în alt loc al mașinii de copiat.

Controlul calității copierii fonogramei pe mașina de copiat se face prin copierea periodică a unor cozi cu înregistrări de dublu-ton pe pelicula pozitivă întrebuințată curent în producție, după dezvoltarea căreia se măsoară nivelul distorsiunilor neliniare (efectul de donner). Dacă nivelul de distorsiuni este scăzut iar valoarea acestuia nu se modifică de la o zi la alta, reiese că mașina de copiat lucrează în mod corespunzător.

● **Prelucrarea chimico-fotografică a peliculei pozitive expuse**, pe care s-au copiat imaginea și fonograma, se efectuează într-un proces pozitiv în condițiile stabilite inițial prin probe. Este necesar ca cei doi parametri de bază ai fonogramei pozitive (γ_{poz} și D_{poz}) să fie menținuți constanți în permanență, pentru a realiza condițiile compensării optime a sunetului.

C. PRELUCRAREA FONOGRAMEI DIN COPIILE POZITIVE COLOR

Dacă fonograma copiilor pozitive color constă numai din coloranți, calitatea sunetului este mai scăzută, în special când aparatele de proiecție, sînt dotate cu fotocelule Cs O (scăderă de nivel, zgomot puternic de fond).

Pentru a înlătura acest neajuns, se recomandă ca în fonograma pozitivă color să se afle, alături de coloranți, și o oarecare cantitate de argint metalic. Cele mai bune rezultate se obțin atunci cînd densitatea argentică este aproximativ egală cu unitatea ($D_{Ag} \cong 1,0$).

Cantitatea de argint necesară îmbunătățirii calității fonogramei se formează în timpul unui proces special, specific prelucrării peliculei pozitive color, amplasat între înălbire și fixarea a II-a, care poartă denumirea de **redevelopare a fonogramei**.

Se știe că în timpul înălbirii, realizată cu o soluție ce conține fericianură de potasiu și bromură de potasiu, tot argintul existent în cele trei straturi ale peliculei atît din imagine cît și din fonogramă este oxidat și transformat în bromură de argint.

După înălbire și spălare, pelicula intră într-un dispozitiv special unde are loc procesul de redevelopare, în care fonograma este supusă unui tratament separat (fig. 83). Pelicula trece mai întîi prin două absorbitoare de picături 1, trece peste rolele 3 și 4 și ajunge la rola 5. În acest loc, discul 6 antrenează revelator vîscos din cuveta 7 și îl depune în strat subțire pe emulsia peliculei numai în zona fonogramei. Discul 6, care este confecționat din oțel inoxidabil, se rotește în sens invers față de sensul deplasării peliculei. Cuveta 7 este alimentată permanent din rezervorul 11 cu revelator proaspăt.

În continuare, pelicula cu revelatorul depus pe fonogramă trece prin cuva goală 8 timp de 15—30 s, care reprezintă durata redevelopării. Bromura de argint din fonogramă, impresionată anterior de lumina ambiantă, este redusă la argint metalic de către substanțele revelatoare existente în revelatorul-pastă. După aceasta, se înlătură revelatorul cu ajutorul unui jet de apă 9 și pelicula pătrunde în cuva cu soluție de fixare.

În procesul de redevelopare, o mare importanță o are *uniformitatea întinderii revelatorului pe pista sonoră*. Aceasta se reglează acționînd asupra distanței dintre discul de depunere a revelatorului 6 și peliculă, prin intermediul dispozitivului de reglare 10. În cazul în care meniscul format este prea mic, discul 6 atinge emulsia peliculei iar, revelatorul este împrăștiat de o parte și de alta a fonogramei. În cazul în care înălțimea meniscului este prea mare, lățimea depunerii se îngustează, iar la vibrații mai puternice

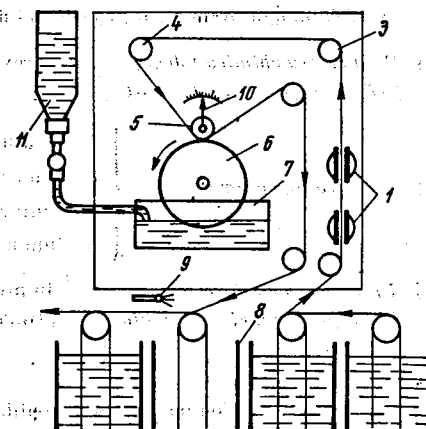


Fig. 83. Schema dispozitivului de redevelopare a fonogramei de pe pelicula pozitivă color.

se poate întrerupe, provocând discontinuități în depunerea revelatorului.

Pentru redevelopare se utilizează un revelator alb-negru foarte energic pe bază de hidrochinonă sau de fenidon-hidrochinonă. În scopul alcalinizării se întrebunțează hidroxid de sodiu sau de potasiu, iar pentru mărirea aderenței revelatorului la emulsie se introduce etilendiamină. Viscositatea necesară se realizează prin adăugarea în compoziția revelatorului a unei substanțe organice speciale, care de cele mai multe ori este un compus al celulozei.

Rezumat

1. Transpunerea mixajului magnetic pe peliculă negativă de sunet

- | | | |
|---|---|---|
| a) Compensarea optimă a sunetului | { | — anularea reciprocă a efectului de donner din fonogramele negativă și pozitivă. |
| b) Parametrii tehnologici de care depinde compensarea | { | — γ_{neg} , γ_{poz} , D_{neg} se mențin la valori constante;
— D_{neg} — se determină pentru compensarea optimă a sunetului. |
| c) Determinarea D_{neg} | { | — Cu ajutorul curbei distorsiunilor neliniare. |

2. Tehnologia prelucrării negativului de sunet și a realizării fonogramei

- | | | |
|--|--|---|
| a) Prelucrarea chimico-fotografică a negativului de sunet | — În revelator energic la $\gamma > 2,5$ | |
| b) Copierea fonogramei | { | — cu alunecare minimă;
— ghidare corectă pe laterală;
— contact foarte bun între pelicule;
— lumină indigo colimată. |
| c) Prelucrarea chimico-fotografică a fonogramei din copia pozitivă | — În proces pozitiv normal până la $\gamma_{poz} = const$ pentru atingerea D_{poz} . | |

3. Prelucrarea fonogramei din copile pozitive color

- | | |
|---------------------------|---|
| — Redveloparea fonogramei | — Developare cu revelator viscos a fonogramei între înălbire și fixare pentru realizarea $D_{Ag} = 1,0$. |
|---------------------------|---|

Verificarea cunoștințelor

1. Ce măsură tehnologică credeți că ar trebui să se ia dacă densitatea negativului de sunet (D_{neg}) s-a obținut cu o valoare diferită față de valoarea densității de compensare rezultată din probe?
2. Din ce cauză lumina indigo asigură prin copiere o claritate mai bună?
3. Ce culoare ar trebui să aibă filtrul la copierea sunetului pe pelicula pozitivă color Eastman-Kodak (cu straturi inversate) pentru a obține fonograma numai în primul strat?
4. Ce repercusiuni considerați că ar avea asupra redevelopării fonogramei lipsa bromurii de potasiu din înălbire?

Capitolul X

MONTAREA NEGATIVELOR ȘI EXECUTAREA LUCRĂRILOR SPECIALE

A. MONTAREA NEGATIVULUI DE IMAGINE

Montarea negativului de imagine se realizează după copia pozitivă montată de către echipa de filmare. Copia pozitivă montată este trimisă în laborator imediat ce toate lucrările de sonorizare, inclusiv mixarea, au fost terminate.

Laboratorul montează cap la cap, la fotogramă, toate cadrele (planurile) de negativ după care s-au executat cadrele de pozitiv introduse în film.

În tehnologia montării negativelor de imagine se disting două etape și anume:

- lucrările pregătitoare pentru montare;
- montarea propriu-zisă a negativului.

1. Lucrările pregătitoare

Lucrările pregătitoare încep cu studierea atentă a copiei pozitive montate, după care se trece la alcătuirea *caietului de montaj*. Se extrag din copia pozitivă următoarele date care se trec în caietul de montaj:

- numerele cadrelor și dublelor (turnărilor), care se află înscrise cu tuș pe marginea copiei pozitive montate;
- numerele de perforație (picioarele) de la începutul și sfârșitul fiecărui cadru, care sînt copiate din negativ;
- locurile unde se vor intercala lucrările speciale (înlănțuiri, fondu-uri, generice etc.).

Urmează în continuare scoaterea din filmotecă, pe baza datelor din caietul de montaj, a cadrelor și dublelor de negativ ce intră în montaj. Aceste cadre și duble se scot din cutiile metalice în care sînt

depozitate și se notează pe eticheta fiecăreia numărul de ordine în care se vor monta. Pentru a se evita eventuale erori, se verifică suplimentar și numărul înscris pe clachetele filmate la începutul cadrelor.

În încheierea acestei etape se controlează dacă în registrul de clasare există observații ale CTC privitoare la calitatea tehnică a cadrelor alese. În caz că unele negative au defecțiuni ce pot fi remediate (ca de exemplu zgîrieturi), remedierile trebuie executate înainte începerii montajului.

2. Montarea propriu-zisă

Montarea propriu-zisă a negativului se face la cadraj și la perforație, adică fiecărei fotograme din copia pozitivă trebuie să-i corespundă fotograma negativă de pe care s-a copiat. Pentru aceasta, la montarea negativelor se utilizează o masă de montaj specială, denumită **sincronizeuză**, cu două benzi (fig. 84). Acest utilaj se compune dintr-un sistem de derulare verticală, cu două trasee paralele, unul pentru copia pozitivă iar al doilea pentru negativul care se montează. Sincronizeuza este prevăzută cu un sistem de sincronizare ce constă dintr-un tambur dințat dublu, fiecare dintre cele două pelicule intrînd cu perforațiile în cîte o pereche de coroane dințate. Cu acest sistem, deplasarea celor două pelicule se face concomitent și absolut sincron, perforație la perforație.

Operația de montare se efectuează astfel:

— se încarcă pe rola debitoare a traseului nr. 2 prima bobină a copiei pozitive montate;

— pe rola receptoare a primului traseu se bobinează circa 20 m peliculă de protecție cadrată, adică peliculă transparentă pe care s-au trasat în prealabil linii verticale de demarcație a fotogramelor (la patru perforații pentru pelicula de 35 mm);

— se derulează copia pozitivă pînă la apariția în blocul de sincronizare a

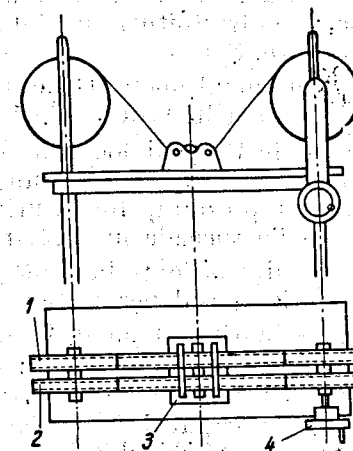


Fig. 84. Sincronizeuză cu două benzi:

1 — copia pozitivă montată; 2 — negativul de imagine; 3 — blocul sincron; 4 — mecanismul de antrenare.

semnului de start, se execută acest semn și pe pelicula de protecție, după care se derulează în continuare ambele pelicule până ce în blocul sincron apare prima fotogramă a primului cadru din copia pozitivă;

- pe porțiunea derulată a peliculei de protecție, după semnul de start, se scriu cu tuș datele de identificare a bobinei de negativ (titlul filmului, numărul actului, „negativ-imagini” etc.);

- se ia primul cadru de negativ și se verifică încă odată dacă corespunde primului cadru din copia pozitivă;

- se găsește prima fotogramă ce intră în montaj, se taie negativul lăsând două perforații în plus prin care se agrafează cu ajutorul unei agrafe de plastic negativul de pelicula de protecție;

- se derulează în continuare cele două pelicule, care se deplasează în sincronism perfect, până ce în copia pozitivă apare ultima fotogramă a planului respectiv (la lipitura cu planul următor);

- se taie negativul la fotogramă, lăsând două perforații în plus;

- se găsește al doilea plan de negativ, se verifică, se taie la fotogramă cu două perforații în plus și se agrafează de primul plan;

- operațiile se repetă agrafindu-se cap la cap toate planurile de negativ până la sfârșitul bobinei;

- bobina de negativ este trecută pe un derulator, se îndepărtează pe rând agrafele de plastic, se taie cele două perforații în plus și se execută lipituri cu ajutorul unei prese de lipit de cea mai bună calitate.

În cursul operației de montare a negativului de imagini, trebuie să se aibă în vedere următoarele:

- în dreptul locurilor special însemnate din copia pozitivă, se montează în negativ la lungime și cadraj lucrările speciale (generice supraimpresiuni, fondu-uri etc.) sau peliculă transparentă (dacă lucrările speciale nu sînt încă gata);

- lipiturile trebuie să fie executate cu mare precizie, fără să modifice pasul perforației;

- în timpul montajului se confecționează pentru filmele color, dacă este cazul, bobinițele de etalonare lipind cap la cap în ordine cîte opt fotograme din fiecare plan;

- la capătul bobinelor de negativ, după terminarea imaginii, se montează de obicei cîte o scală ce conține o serie de densități, care va servi la controlul ulterior al standardității copierii și prelucrării;

- la sfârșitul bobinei de negativ montat se atașază o coadă de protecție.

B. MONTAREA NEGATIVULUI DE SUNET

Montarea negativului de sunet constă în stabilirea și marcarea startului de început, necesar pentru asigurarea sincronismului dintre imagine și sunet, precum și în montarea înregistrării de dublu ton de la sfârșit necesară determinării efectului de donner.

Pentru montarea negativului de sunet se efectuează următoarele lucrări:

- se derulează negativul de sunet până la apariția pe coloana sonoră a modulațiilor semnalului de început înregistrat la transpunere, ce se întinde pe patru perforații;

- se desenează pe toată lungimea acestui semnal semnul de start, așa cum se vede în figura 85;

- se notează imediat după semnul de start, pe locul imaginii, datele necesare de identificare și anume: titlul filmului, numărul actului, „negativ sunet” etc.;

- se derulează negativul de sunet până se întâlnește modulația care reprezintă semnalul de sfârșit și apoi până la semnalul de dublu ton;

- se înlătură porțiunea de liniște dintre semnul de sfârșit și semnalul de dublu-ton, pentru a exclude consumul inutil de peliculă la copiere.

○ **Menționăm** că semnele de start pentru imagine și sunet ce se întrebunțază la montajul negativ nu sînt decalate. Deșalarea de 21 de fotograme dintre imagine și sunet necesară în copia pozitivă standard se realizează cu ajutorul unor starturi speciale ce se montează la cele două negative înainte de copiere. Montarea acestor starturi se execută în cadrul operațiilor de pregătire a materialelor pentru copiere și va fi descrisă la capitolul respectiv.

C EXECUTAREA ȘI MONTAREA LUCRĂRILOR SPECIALE

Lucrările speciale sînt efecte specific cinematografice ce se realizează asupra imaginii prin diferite procedee tehnice și care servesc ca mijloace auxiliare de expresie pentru o mai bună transmitere a mesajului filmului către spectatori. Aceste lucrări speciale se pot realiza

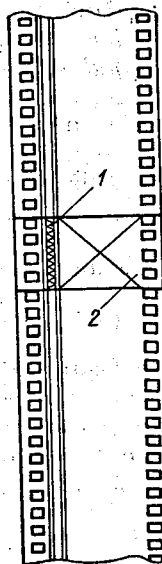


Fig. 85. Startul de început la negativul de sunet:
1 — modulația semnalului pentru semnul de început; 2 — semnul de început desenat cu tuș.

direct pe negativul de imagine (la filmare, prin tratament chimic etc.) sau în procesul de copiere (prin contratipare). Desigur că în primul caz calitatea imaginii este superioară față de al doilea caz, cînd intervine influența negativă a procesului de contratipare.

Cele mai utilizate lucrări speciale sînt *supraimpresiunile*, *fondurile* și *voleurile*. O parte a acestor lucrări se execută în laborator, iar restul — în secția de filmări combinate.

1. Supraimpresiunile

Supraimpresiunile reprezintă *suprapunerea pe aceeași peliculă a două sau mai multor imagini pentru obținerea anumitor efecte*. Dintre supraimpresiuni cele mai importante sînt *înlănțuirile* și *genericile*.

● *Înlănțuirile* sînt *supraimpresiuni în care se suprapun pe aceeași peliculă sfîrșitul și începutul a două planuri alăturate din film, în scopul sublinierii unei pauze în acțiunea dramatică*. Într-o înlănțuire, densitatea primului plan se micșorează treptat pînă la dispariție în timp ce, pe aceeași porțiune de peliculă, densitatea celui de al doilea plan crește de la zero pînă la valoarea normală.

Înlănțuirile se execută *numai prin contratipare*. În acest scop, de pe cele două negative se realizează mai întîi două pozitive intermediare (lavenzi la alb-negru sau interpozitive la color). Cele două pelicule se copiază pe rînd pe aceeași peliculă de contratipare, cu mască specială sau prin acționarea automată a obturatorului.

Contratipul realizat se montează în negativul filmului.

● *Genericile* sînt *supraimpresiuni în care una dintre imaginile suprapuse este un text de prezentare a filmului, iar cea de-a doua — un fond static sau în mișcare*. În majoritatea cazurilor, genericile se execută tot *prin contratipare* ca și înlănțuirile, numai că de această dată densitățile ambelor imagini nu se modifică.

2. Fondurile

Fondurile sînt *finaluri de planuri a căror imagine se întuneacă treptat în pozitiv pînă la negru*. Ele marchează de cele mai multe ori o pauză în acțiunea filmului sau uneori fac ca anumite scene să nu se termine brusc.

Pentru ca în pozitiv să se obțină o întunecare a imaginii, este necesar ca imaginea negativă a unui fond, care se întinde pe un

număr limitat de fotograme, să-și modifice treptat densitatea de la acoperirea normală pînă la zero.

Cele mai reușite fonduri se realizează *cu ajutorul aparatului de filmat, prin închiderea automată și treptată a obturatorului în finalul planului*. Această metodă se folosește însă mai rar (în special la filmele de animație) deoarece este foarte dificil să se prevadă cu precizie modul în care se va monta planul respectiv.

Fondurile se mai pot obține *prin contratipare*, copiind lavanda sau interpozitivul color prin închiderea automată a obturatorului pe peliculă după negativ. Contratipul realizat se montează în negativul filmului.

A treia metodă de realizare a fondurilor este *metoda chimică*, prin care se slăbește treptat imaginea planului de negativ pe un anumit număr de fotograme. În acest caz negativul se introduce fotogramă cu fotogramă, într-o soluție de slăbire pentru negativele alb-negru sau în una de decolorare uniformă a straturilor pentru cele color. Operația de slăbire se face în niște cilindri de sticlă sau plexiglas de circa 1,5 m, folosind un cronometru cu care se controlează durata de tratare pentru fiecare fotogramă în parte. Menționăm că metoda chimică se utilizează foarte puțin la color, întrucît este extrem de greu să se evite debalansul de culoare pe parcursul fonduului.

3. Voleurile

Voleurile reprezintă *treceri ale unor forme geometrice prin imagine pe porțiunea de îmbinare a două planuri alăturate, care creează spectatorului senzația unei pauze în desfășurarea dramatică a acțiunii filmului*. Unele dintre voleuri lasă aceeași impresie ca și înlănțuirile, deși în realitate nu este vorba de supraimpresiuni.

Voleurile se execută fie *prin copiere*, pe calea folosirii în acest proces a unor măști, fie *direct* pe cele două capete ale negativelor ce se lipesc. În ultimul caz se utilizează dispozitivele speciale care asigură executarea cu mare precizie a formelor geometrice respective. Lipitura dintre cele două planuri trebuie să coincidă cu poziția de mijloc a formei geometrice aflate în mișcare.

Rezumat

1. Montarea negativului de imagine

- | | | |
|--|---|---|
| a) <i>Lucrările pregătitoare</i> | { | — studierea copiei pozitive montate; |
| | | — alcătuirea caietului de montaj; |
| | | — scoaterea cadrelor din filmotecă; |
| | | — remedierea cadrelor defecte. |
| b) <i>Montarea propriu-zisă a negativului de imagine</i> | { | — montarea prin agraflare a planurilor de negativ, conform copiei pozitive; |
| | | — lipirea planurilor; |
| | | — executarea bobinițelor de etalonare; |
| | | — atașarea scalelor și cozii de protecție. |

2. Montarea negativului de sunet

- | | | |
|--------------------------------------|---|--|
| Fazele montării negativului de sunet | { | — marcarea startului de început; |
| | | — montarea înregistrării de dublu-țon de la sfârșit. |

3. Executarea și montarea lucrărilor speciale

- | | | |
|---------------------------|---|---------------------------|
| a) <i>Supraîmpresiuni</i> | { | — înlănțuiri; |
| | | — generice. |
| b) <i>Fondu-uri</i> | { | — din aparatul de filmat; |
| | | — prin contratipare; |
| | | — pe cale chimică. |
| c) <i>Voleuri</i> | { | — prin copiere; |
| | | — direct pe negativ. |

Verificarea cunoștințelor

1. Ce urmări credeți că ar avea montarea în plus a 5 fotograme într-unul din planurile negativului de imagine?
2. Cum considerați că trebuie să se verifice menținerea pasului perforației la lipitura dintre două planuri ale negativului de imagine?
3. În ce fel se realizează decalajul de 21 fotograme dintre imagine și sunet?
4. Ar putea, după părerea dvs., să fie executate fondu-uri care să se termine în alb? Care ar fi tehnologia de realizare a unor astfel de fondu-uri?

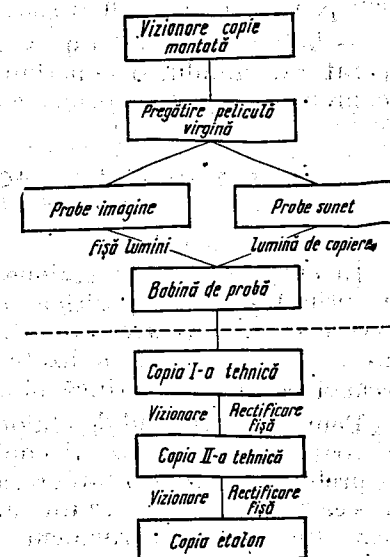
Capitolul XI

REALIZAREA COPIEI POZITIVE STANDARD ETALON

Ultima fază a realizării unui film este reprezentată de obținerea *copiei pozitive standard etalon*, denumită mai simplu *copie etalon*. Această copie se numește etalon întrucât are o calitate optimă a imaginii și sunetului și va servi în continuare ca model pentru toate copiile de tiraj ce se vor executa ulterior pentru filmul în cauză. Ea se realizează prin copiere de pe negativele de imagine și de sunet ale filmului în urma unui proces laborios de etalonare conform tehnologiei descrise în cap. VII. Ca rezultat al etalonării, se obține fișa de lumini cu care se realizează copia etalon și care va rămâne ca fișă de lumini definitivă a negativului de imagine respectiv.

Lucrările de etalonare și de realizare a copiei etalon se efectuează în laborator de către un etalonier, în strînsă colaborare cu operatorul de imagine al filmului.

Aceste lucrări, reprezentate schematic în figura 86, se desfășoară în două etape. În prima etapă se execută *probele de imagine și sunet*, iar în a doua etapă se realizează *copiile tehnice* și, în final, *copia etalon*.



A. EXECUTAREA PROBELOR DE IMAGINE ȘI SUNET

Înainte de începerea probelor, etalonierul vizionează cu atenție copia de lucru montată primită de la echipa de filmare. Această vizionare, care de cele mai multe

Fig. 86. Schema realizării copiei pozitive standard etalon.

ori se face în prezența operatorului de imagine, dă posibilitate etalonului să cunoască caracterul general al imaginii filmului precum și particularitățile unor secvențe cu efecte speciale (amurg, noapte, tente de culoare etc.).

În continuare, *probele se desfășoară astfel*:

- se alege turnarea de peliculă pozitivă normată care trebuie să ajungă pentru probe, copii tehnice și copia etalon;

- la filmele alb-negru se analizează vizual negativul de imagine plan cu plan și se determină luminile de copiere;

- la filmele color se efectuează trecerea negativului de imagine prin instalația electronică de etalonare și se stabilește fișa de lumini pentru prima copie tehnică;

- dacă nu există instalație de etalonare, la filmele color se fac probe de imagine de pe bobinițe și se determină astfel, după un proces mai dificil, prima fișă de lumini;

- se execută probe de sunet de pe cozile de donner, sau direct de pe negativul de sunet, pentru găsirea luminii de copiere care să dea, în condițiile standard de prelucrare, densitatea fonogramei care asigură compensarea optimă — D_{poz} ;

- se realizează o bobină de probă din film pe pelicula pozitivă aleasă, cu fișa de lumini, cu forfiltrul și lumina de copiere determinate prin probele descrise mai sus;

- bobina de probă este vizionată de către etalonier împreună cu operatorul filmului și se definitivează condițiile de copiere și regimul de prelucrare pentru prima copie pozitivă a filmului.

B. REALIZAREA COPIILOR TEHNICE, A COPIEI ETALON ȘI A TIRAJULUI DE PE NEGATIV

În etapa a doua a etalonării filmului și realizării copiei etalon se obțin 1—2 copii pozitive standard, denumite *copii tehnice*, care servesc la definitivarea fișei de lumini. Pentru aceasta, copiile tehnice sînt vizionate și analizate, iar pe baza aprecierilor ce se fac cu această ocazie, se rectifică luminile și corecțiile din fișă.

Pentru ca procesul de etalonare să nu fie perturbat se impune ca, pe toată durata realizării copiilor tehnice, procesele de copiere și de prelucrare chimico-fotografică să nu prezinte variații. De aceea, în această perioadă, care durează circa 7—10 zile, trebuie să se efectueze un control permanent atât al copierii (control luxmetric, scale copiate), cit și al prelucrării (sensitograme, scale). Eventualele variații provenite din prelucrare se pot anula prin corecții asupra

timpului de dezvoltare (în special la alb-negru) sau prin modificări ale forfiltrului (la color).

Lucrările pentru realizarea copiei etalon se desfășoară în următoarea succesiune:

- se copiază toate bobinele negativelor de imagine și de sunet pe pelicula pozitivă normată cu fișa de lumini, forfiltrul și lumina de copiere a fonogramei, determinate în faza de probe;

- se prelucrează pelicula copiată în condiții standard (la γ_{rec}) și se obține prima copie tehnică;

- copia I tehnică este vizionată cu atenție pe ecran și controlată pe anumite porțiuni la lanternă, apreciindu-se corecțiile ce trebuie făcute asupra densității și culorilor (la filmele color);

- se rectifică fișa de lumini în conformitate cu concluziile rezultate în urma vizionării copiei I tehnice;

- se execută următoarele copii tehnice, rectificînd în continuare fișa de lumini pînă ce se obține o copie pozitivă de calitate optimă care, pe baza acceptării operatorului și uneori a regizorului filmului, este declarată copie pozitivă-standard etalon.

În general, negativul de imagine, datorită valorii sale deosebite, este protejat și nu se folosește pentru executarea copiilor pozitive de tiraj. În acest scop, se utilizează contratipele (duplicate ale negativelor de imagine) realizate de pe negativul original.

Cu toate acestea, în practică, o parte a tirajului de copii se obține direct de pe negativ, în special la filmele color, ca urmare a superiorității calitative a imaginii în comparație cu cea realizată de pe contratip. Este vorba de obicei de un număr restrîns de copii pentru premieră și pentru festivaluri internaționale.

Copiile de tiraj de pe negativ se execută în principiu ca și copia standard etalon, ținîndu-se seama însă ca densitatea lor generală să fie ceva mai scăzută, corespunzător cu nivelul iluminării medii din sălile de cinematograf.

C. TEHNOLOGIA PRELUCRĂRII CHIMICO-FOTOGRAFICE A PELICULELOR POZITIVE

Prelucrarea chimico-fotografică a peliculelor pozitive se face de regulă în mașini de dezvoltat de mare productivitate, cu viteze ce depășesc 1 000 m/h. Pentru prelucrarea acestor pelicule se utilizează din ce în ce mai mult mașini de dezvoltat cu fricțiune.

● **Prelucrarea peliculelor pozitive alb-negru**, care constă numai din două procese chimice (developare și fixare), nu prezintă dificultăți și particularități deosebite. Regimul de prelucrare (durate, temperaturi) se stabilește în funcție de condițiile concrete (peliculă, mașină) pentru a se realiza o imagine de calitate cu cheltuieli cât mai reduse. Developarea se face în revelatori energici la $\gamma_{rec} = const$, cu o agitare suficientă a revelatorului pentru a exclude defectele de developare. Fixarea trebuie să fie de bună calitate, cu recuperare maximă a argintului.

● **Prelucrarea peliculelor pozitive color** este mai complicată datorită atât numărului sporit de procese chimice, cât și necesității asigurării unei balanțe optime de culoare. Tehnologia acestei prelucrări prezintă unele particularități asupra cărora ne vom opri pe scurt în continuare.

O atenție deosebită trebuie să se acorde respectării condițiilor de tratament în prebaie și funcționării corecte a dispozitivului de îndepărtare mecanică a stratului antihalo, la peliculele unde acest strat este format din grafit coloidal. Ca și la negativul color, resturile de grafit nu trebuie să ajungă pe emulsie deoarece după uscare nu mai pot fi îndepărtate.

La developarea cromogenă se cere o agitare puternică, iar parametrii principali (timp de developare și temperatura revelatorului) trebuie să se mențină constanți pentru a nu afecta balanța de culoare. Nu se recomandă deci schimbarea timpului de developare pentru modificarea contrastului imaginii.

Înălbirea trebuie să se efectueze în mod obligatoriu cu soluții în care alături de fericianura de potasiu să existe și bromură de potasiu pentru ca în emulsie să se formeze bromură de argint (rebromurarea emulsiei). Această rebromurare este absolut necesară pentru procesul de redevelopare a fonogramei care urmează în continuare.

Parametrii procesului de stabilizare (concentrații, Ph) trebuie să se controleze cu regularitate, deoarece în caz contrar coloranții peliculei pozitive color (în special colorantul purpurii) se degradează rapid.

În tabela 23 sint redate regimurile de prelucrare chimico-fotografică a peliculelor pozitive color Kodak Eastman color — tip 7381/5381 și ORWO tip PC-7.

Tabela 23
Regimurile de prelucrare a peliculelor pozitive color Kodak și ORWO

Procesul	Kodak tip 7381/5381		ORWO tip PC-7	
	durata	temperatura [°C]	durata	temperatura [°C]
Prebaie	10—20 s	21	1 min	20
Îndepărtare strat antihalo și spălare	10—20 s	21	15—20 s	12—15
Developare cromogenă	14 min	21	9—11 min	20
Spălare	10—20 s	21	15—30 s	12—15
Fixare	4 min	21	5 min	19—21
Spălare	4 min	21	5 min	12—15
Înălbire	8 min	21	5 min	19—21
Spălare	2 min	21	3 min	12—15
Redevelopare	10—20 s	21	30—60 s	20
Spălare	10—30 s	21	2 min	12—15
Fixare	4 min	21	3 min	19—21
Spălare	8 min	21	6 min	12—15
Stabilizare	10 s	21	15—30 s	19—21

Rezumat

1. Executarea probelor de imagine și sunet

- a) *Definiția copiei etalon* — Copie pozitivă standard de calitate optimă executată de pe negativ. Fișa de lumini rămâne definitivă pentru negativul de imagine respectiv.
- b) *Lucrările din faza de probe* { — probe mici de imagine pentru determinarea primei fișe de lumini;
— probe mici de sunet pentru determinarea luminii de copiere;
— bobină de probă (imagine și sunet).

2. Realizarea copiilor tehnice, a copiei etalon și a tirajului de pe negativ

- a) *Realizarea copiilor tehnice și a copiei etalon* { — executarea copiei I tehnice și rectificarea fișei de lumini;
— executarea copiei a II-a tehnice și definitivarea fișei de lumini;
— realizarea copiei etalon.
- b) *Tirajul de pe negativ* { — în condițiile copiei etalon, cu o acoperire ceva mai scăzută;
— copii pentru premieră și festivaluri.

3. Tehnologia prelucrării chimico-fotografice a peliculelor pozitive

- a) *Prelucrarea peliculei pozitive alb-negru* {
- Developarea energetică cu agitare puternică până la γ_{rec} ;
 - Fixarea de calitate, cu extragere maximă a argintului.
- b) *Prelucrarea peliculei pozitive color* {
- Îndepărtare totală strat antihalo;
 - Developarea cromogenă cu agitare puternică și cu timp fix de developare;
 - Înălbire cu fericianură și KBr pentru a asigura redeveloparea sunetului;
 - stabilizare — bine controlată.

Verificarea cunoștințelor

1. Ce condiții credeți că trebuie să îndeplinească imaginea unei bobine pentru a fi aleasă ca bobină de probă?
2. Cum considerați că ar trebui să fie controlate procesele de copiere și de prelucrare pentru a le urmări stabilitatea în perioada etalonării unui film?
3. În ce condiții tehnologice s-ar putea reduce numărul de copii tehnice pentru a ajunge mai repede la copia etalon?
4. Ce concluzii puteți trage prin compararea regimurilor tehnologice de prelucrare a peliculelor pozitive color Kodak și ORWO?

Capitolul XII

CONTRATIPAREA ALB — NEGRU

A. IMPORTANȚA ȘI PRINCIPIILE PROCESULUI DE CONTRATIPARE

În vederea asigurării necesităților de copii pozitive pentru rețeaua cinematografică și pentru export, negativele de imagine ale filmelor ar trebui să fie copiate de zeci și chiar de sute de ori. Multiplele copieri ar duce la deteriorarea acestor materiale primare unicate cu o valoare imensă (inglobează toate cheltuielile de producție a filmului) și cu fragilitate accentuată (constau din sute de planuri lipite cap la cap și au numeroase ancoșe).

Pentru a proteja negativele originale ale filmelor alb-negru și color se recurge la **procesul de contratipare**, prin care se realizează unul sau mai multe duplicate ale negativului de imagine, denumite **contratipe**.

Există două metode principale diferite de contratipare și anume: **metoda reversibilă** și **metoda cu pozitiv intermediar** (fig. 87).

1. Metoda reversibilă

Metoda reversibilă se desfășoară într-o singură fază și constă din copierea negativului de imagine cu fișa sa de lumini pe o peliculă virgină special destinată acestui scop, care este prelucrată foto-chimic prin procedeul reversibil.

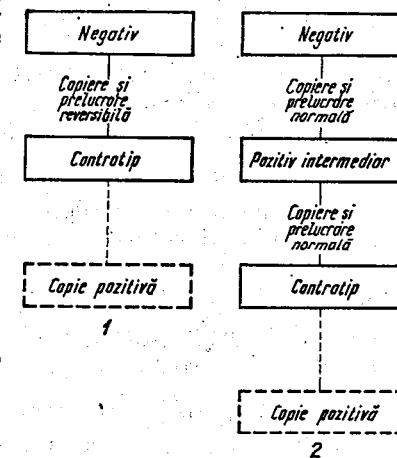


Fig. 87. Metodele de contratipare; 1 — metoda reversibilă; 2 — metoda cu pozitiv intermediar.

● Metoda prezintă următoarele **avantaje** :

— calitatea fotografică a imaginii este superioară (granulație mai fină, claritate ceva mai bună, redare mai corectă a culorilor) ca urmare a folosirii unei singure copieri și a întrebunătățirii prelucrării reversibile;

— cheltuielile sînt mai reduse datorită consumului mai scăzut de peliculă și a scurtării duratei de execuție a contratipului.

● În același timp metoda reversibilă de contratipare este legată de unele **difficultăți tehnologice** și anume :

— utilizarea obligatorie a copierii optice sub lichid, deoarece la copierea prin contact, emulsie pe emulsie, imaginea se inversează stînga-dreapta; această condiție implică folosirea unei mașini de copiat mai complicate, mai scumpe și mai greu de întreținut;

— complexitatea procesului reversibil de prelucrare care, datorită celor două dezvoltări, este mai puțin stabil;

— imposibilitatea unor corecții între faze, care sînt folosite în mod curent pentru îmbunătățirea calității la cealaltă metodă.

2. Metoda cu pozitiv intermediar

● Metoda cu pozitiv intermediar are loc în două faze. *Negativul de imagine este copiat mai întîi cu fișa sa de lumini pe o peliculă virgină specială, pe care după prelucrare se obține o copie pozitivă cu caracteristici fotografice aparte, denumită pozitiv intermediar. Apoi pozitivul intermediar este copiat la rîndul său pe o altă peliculă, care, în urma prelucrării, reprezintă contratipul de imagine.*

● Această metodă se caracterizează prin următoarele **avantaje** :

— beneficiază de copierea prin contact, care necesită mașini mai simple, mai robuste și mai ieftine;

— cele două prelucrări sînt mai constante, întrucît fac parte din categoria proceselor normale (cu o singură dezvoltare);

— există posibilitatea suplimentară a corectării între faze a unor eventuale mici erori din prima parte a procesului.

● Totodată metoda are și două **dezavantaje esențiale** :

— calitatea fotografică a imaginii este mai coborîtă, ca urmare a influenței negative pe care o exercită cele două copieri și prelucrări;

— costurile de producție sînt mai mari datorită consumului sporit de peliculă și a duratei mărite a procesului de contratipare.

○ **Observații** : 1) La prima vedere s-ar părea că în urma procesului de contratipare se obține un contratip care posedă pentru toate planurile o imagine identică în privința densității și culorii (la filmele color) cu imaginea negativului original de la care s-a pornit. În realitate situația este, în bună măsură, cu totul alta. Datorită utilizării fișei de lumini la copiere, majoritatea planurilor suferă corecții, ceea ce face ca imaginea acestora din contratip să difere într-o măsură mai mică sau mai mare ca densitate și culoare față de imaginea planurilor respective din negativ. Ca urmare a acestor corecții, contratiptele sînt egalizate și, în mod normal, trebuie să se copieze fără fișă de lumini pe pelicula pozitivă la realizarea copiilor de tiraj.

2) Trebuie menționat de asemenea că procesul de contratipare, prin copierile și prelucrările care le necesită, provoacă în mod inevitabil o scădere a calității fotografice a imaginii. De aceea calitatea unei copii realizate de pe contratip va fi întotdeauna inferioară calității prezentată de o copie obținută direct de pe negativ. Pentru ca această pierdere de calitate să fie minimă, se impune ca procesul de contratipare să se desfășoare în condiții tehnologice optime, utilizînd în acest scop cele mai bune pelicule.

Prin realizarea contratipelor se rezolvă următoarele probleme :

— se asigură securitatea filmului, chiar în cazuri de distrugere accidentală a negativului;

— se pot efectua un număr foarte mare de copii de tiraj, fără a afecta starea tehnică a negativului original;

— se facilitează schimburile internaționale de filme exportînd sau importînd pozitive intermediare sau contratiptele;

— se pot executa diferite lucrări speciale sau de filmări combinate.

B. TEHNOLOGIA CONTRATIPĂRII ALB-NEGRU

Contratiparea filmelor alb-negru se realizează în *exclusivitate prin metoda cu pozitiv intermediar*. Pornind de la *negativul de imagine* se execută mai întîi o copie pozitivă specială care, datorită suportului violaceu al peliculei utilizate, se numește *lavandă*. Lavanda se caracterizează prin contrast mai scăzut și acoperire ceva mai ridicată a imaginii decît la o copie pozitivă normală. După lavandă se obține în continuare *contratipul* care, din punct de vedere fotografic (contrast, acoperire), se aseamănă cu negativul de la care s-a pornit.

Pentru ca imaginea contratipului să aibă un contrast vizual cît mai apropiat de cel al imaginii negative, se cere ca în procesul de

contratipare să se respecte regula lui Goldberg, dedusă și explicată pe larg în paragraful următor (vezi § C). Această regulă impune ca produsul factorilor de contrast realizați în cele două faze ale contratipării să fie egal cu unitatea :

$$\gamma_{lav} \cdot \gamma_{ctip} = 1.$$

După cum s-a arătat mai înainte, în procesul de contratipare calitatea imaginii se înrăutățește în mod inevitabil, în special prin creșterea granulației și prin scăderea clarității. În scopul reducerii la minimum a acestei pierderi de calitate, trebuie să se ia două măsuri tehnologice esențiale și anume :

- utilizarea de pelicule cu performanțe tehnice superioare ;
- copierea și prelucrarea acestor pelicule în condiții tehnologice optime.

Așa cum reiese din cap. V, B. 3, peliculele fabricate pe plan mondial pentru contratiparea alb-negru sînt de calitate superioară, avînd granulație fină, capacitate de rezoluție mare ($R > 100$ linii/mm) și difuzie minimă a luminii în emulsie.

Copierea acestor pelicule trebuie să se efectueze cu ajutorul unor mașini de copiat cu performanțe ridicate, care să asigure o claritate cît mai mare, o bună stabilitate a imaginii și o uniformitate maximă a iluminării în fereastră.

Prelucrarea lavenzilor și contratipelor se face de obicei în aceleași mașini de dezvoltat în care se prelucrează și negativele de imagine. De aici rezultă că revelatorii întrebuițați sînt de tip negativ cu acțiune lentă și granulație fină, cum ar fi de exemplu revelatorul D-76.

Manipularea și prelucrarea lavenzilor și contratipelor trebuie să se facă cu multă grijă, pentru a exclude murdărirea sau zgîrierea suprafețelor peliculei. În caz contrar, impuritățile și zgîrieturile se vor fotocopii în toate copiile de tiraj.

Operațiile tehnologice ale contratipării alb-negru (redate în fig. 88) se desfășoară în următoarea ordine :

- se prelucrează una sau mai multe sensitograme executate pe pelicula dup-positiv aleasă pentru lucrare și se determină timpul de dezvoltare (t_{dev}) pentru care se obține γ_{lav} recomandat (care de obicei este circa 1,5) ;
- se copiază și se prelucrează probe mici obținute de pe negativul de imagine cu fișa sa de lumini și cu diferite forfiltre ;
- se apreciază acoperirea (densitatea) imaginii probelor și se alege forfiltrul de copiere care dă rezultatele cele mai bune ;

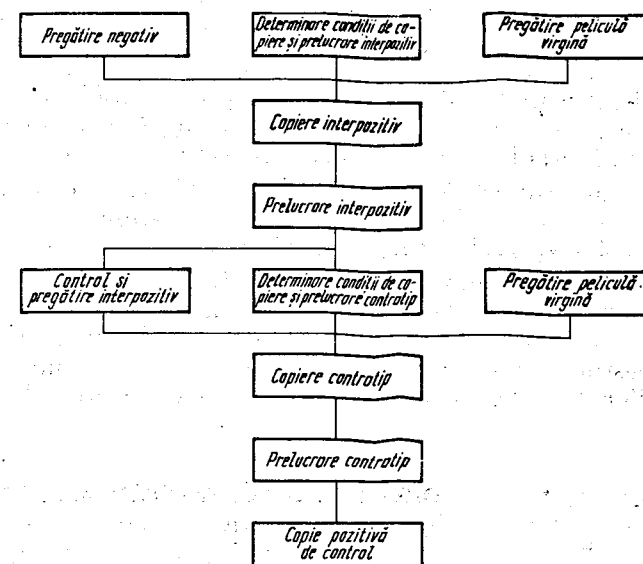


Fig. 88. Fluxul tehnologic al procesului de contratipare alb-negru.

- se fac probe mici de pe negativul de sunet pe pelicula dup-positiv aleasă și se stabilește lumina de copiere pentru fonogramă ;
- se copiază negativul de imagine cu fișa sa de lumini și cu forfiltrul determinat la probe pe pelicula dup-positiv ; concomitent se execută și copierea fonogramei cu lumina de copiere aleasă ;
- se prelucrează pelicula copiată la t_{dev} care asigură γ_{lav} recomandat, obținându-se în acest mod lavanda ;
- lavanda se controlează în proiecție și la derulator pentru depistarea eventualelor defecte ;
- pe bază de sensitograme executate pe pelicula dup-negativ aleasă, se determină timpul de dezvoltare (t_{dev}) care permite realizarea γ_{ctip} recomandat (se poate calcula cu ajutorul regulei lui Goldberg) ;
- se fac probe mici de imagine și sunet cu care se determină condițiile de copiere (luminile de copiere pentru imagine și respectiv pentru sunet) ;
- se copiază lavanda (imagine și sunet) pe peliculă dup-negativ cu luminile de copiere determinate anterior ;
- se prelucrează pelicula copiată la timpul de dezvoltare t_{dev} și se obține contratipul.

○ Observații

1) Uneori, în special când lavanda se primește din import, se execută mai întâi probe mici și bobine de probă care parcurg întreg lanțul tehnologic inclusiv stadiul de copie pozitivă, care se apreciază pe ecran și abia apoi se dă drumul la lucrare.

2) Pentru determinarea condițiilor sensitometrice de contratipare (densități și contrast) se întrebuintează în anumite laboratoare scale care se copiază și se prelucrează în ambele faze ca și imaginea.

3) Deși lavenzile și contratipele se realizează cu fonogramă optică, nu se recomandă ca această fonogramă să servească ca material primar pentru obținerea sunetului în copiiile pozitive de tiraj, întrucât calitatea acestora va fi scăzută. În toate cazurile trebuie ca fonograma copiilor pozitive să se obțină direct de pe negativul de sunet.

C. CONDIȚIILE SENSITOMETRICE ALE CONTRATIPĂRII ALB-NEGRU

Pentru ca imaginea din contratip să aibă acoperire (densitate) normală și contrast cit mai apropiat de contrastul imaginii negative de la care s-a pornit, este necesară îndeplinirea a două condiții sensitometrice de bază:

— intervalul de densități al imaginii trebuie să fie plasat, atât în faza de lavandă cit și în faza de contratip, pe porțiunile rectilinii ale curbelor caracteristice;

— factorii de contrast sensitometrici ai peliculelor dup-pozitiv și dup-negativ (γ_{lav} și γ_{ctip}) trebuie să aibă valori bine determinate.

● Prima condiție sensitometrică se realizează în tehnologia descrisă mai înainte prin determinarea corectă a parametrilor de copiere pentru cele două faze ale contratipării. Cele mai bune rezultate se obțin prin utilizarea scalelor copiate, urmărind încadrarea pe porțiunea rectilinie a curbelor caracteristice a două densități.

● A doua condiție sensitometrică este de fapt regula lui Goldberg, pe care o vom deduce în continuare.

La copierea negativului pe peliculă dup-pozitiv pentru obținerea lavenzii, transferul intervalului de densități se face în conformitate cu curba caracteristică a peliculei virgine utilizate. Densitățile negativului modulează lumina de copiere determinând diferite expuneri pe pelicula dup-pozitiv. În figura 89 este redată curba caracteristică a acestei pelicule care, în acest caz, reprezintă $D_{lav} = f(D_{neg})$.

Se iau două densități ale negativului D'_{neg} și D''_{neg} și cele două densități pe care acestea le realizează în lavandă, D'_{lav} și D''_{lav} , situate pe porțiunea rectilinie a curbei caracteristice. Din triunghiul dreptunghic ABC reiese că:

$$AB = D'_{neg} - D''_{neg} = \Delta D_{neg};$$

$$BC = D'_{lav} - D''_{lav} = \Delta D_{lav}.$$

Se observă că latura AC reprezintă un segment din porțiunea rectilinie a curbei caracteristice a peliculei dup-pozitiv, iar unghiul α constituie înclinarea acesteia față de abscisă. De aici rezultă:

$$\gamma_{lav} = \tan \alpha; \quad \tan \alpha = \frac{BC}{AB} = \frac{\Delta D_{lav}}{\Delta D_{neg}},$$

de unde:

$$\gamma_{lav} = \frac{\Delta D_{lav}}{\Delta D_{neg}}. \quad (1)$$

În figura 90 este prezentată curba caracteristică a peliculei dup-negativ, care asigură transferul intervalului de densități din lavandă în contratip. Această curbă este de fapt funcția $D_{ctip} = f(D_{lav})$. În mod analog, din triunghiul DEF reiese că:

$$DE = D'_{lav} - D''_{lav} = \Delta D_{lav}$$

$$EF = D'_{ctip} - D''_{ctip} = \Delta D_{ctip}$$

$$\gamma_{ctip} = \tan \alpha'; \quad \tan \alpha' = \frac{EF}{DE} = \frac{\Delta D_{ctip}}{\Delta D_{lav}}$$

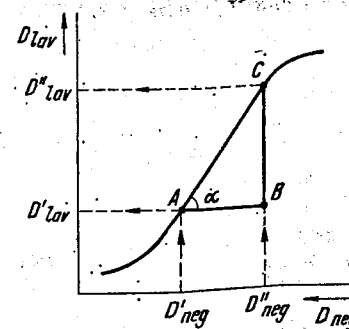


Fig. 89. Transferul intervalului de densități din negativ în lavandă prin curba caracteristică a peliculei dup-pozitiv.

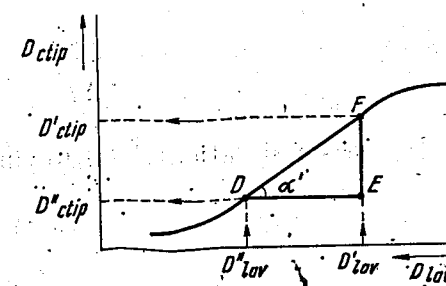


Fig. 90. Transferul intervalului de densități din lavandă în contratip prin curba caracteristică a peliculei dup-negativ.

de unde rezultă că :

$$\gamma_{ctip} = \frac{\Delta D_{ctip}}{\Delta D_{lav}} \quad (2)$$

Din relațiile (1) și (2) se obține valoarea ΔD_{lav} :

$$D_{lav} = \gamma_{lav} \cdot \Delta D_{neg}$$

$$D_{lav} = \frac{\Delta D_{ctip}}{\gamma_{ctip}}$$

de unde :

$$\gamma_{lav} \cdot \Delta D_{neg} = \frac{\Delta D_{ctip}}{\gamma_{ctip}},$$

din care rezultă :

$$\gamma_{lav} \cdot \gamma_{ctip} = \frac{\Delta D_{ctip}}{\Delta D_{neg}}.$$

Dacă procesul de contratipare este optim, intervalul de densități din negativ (ΔD_{neg}) va fi egal cu intervalul de densități din contratip (ΔD_{ctip}), deci :

$$\frac{\Delta D_{ctip}}{\Delta D_{neg}} = 1.$$

În această situație, relația devine :

$$\gamma_{lav} \cdot \gamma_{ctip} = 1. \quad (3)$$

Aceasta este relația de bază a contratipării, numită și *regula lui Goldberg*, iar îndeplinirea ei asigură redarea optimă în procesul de contratipare a intervalului de densități și a contrastului negativului original.

Rezumat

1. Importanța și principiile procesului de contratipare

- a) Metode de contratipare
 - reversibilă;
 - cu pozitiv intermediar.
- b) Probleme rezolvate de contratipare
 - securitatea filmului;
 - tiraj mare de copii;
 - schimbul internațional de filme;
 - lucrări speciale și de filmări combinate.

2. Tehnologia contratipării alb-negru

- a) Metoda utilizată
 - metoda cu pozitiv intermediar;
 - pelicule cu performanțe ridicate;
 - copiere de precizie;
- b) Condiții tehnologice
 - dezvoltare cu granulație fină;
 - acoperire și contrast optime în ambele faze.

3. Condițiile sensitometrice ale contratipării alb-negru

- a) Plasarea intervalului de densități pe porțiunea rectilinie a curbei caracteristice;
- b) Respectarea regulii lui Goldberg

$$\gamma_{lav} \cdot \gamma_{ctip} = 1.$$

Verificarea cunoștințelor

1. Faceți o analiză comparativă a avantajelor și dezavantajelor celor două metode de contratipare.
 2. După părerea dvs. ce planuri ale contratipului de imagine vor fi cele mai apropiate fotografic de planurile corespunzătoare din negativ?
 3. Ce criteriu trebuie să stea la baza determinării expunerii optime la copierea lavenzii și contratipului?
 4. Prin ce se va caracteriza imaginea contratipului dacă $\gamma_{lav} \cdot \gamma_{ctip} > 1$?
- Dar dacă $\gamma_{lav} \cdot \gamma_{ctip} < 1$?

Capitolul XIII

CONTRATIPAREA COLOR

A PARTICULARITĂȚILE ȘI CLASIFICAREA PROCEDEELOR DE CONTRATIPARE COLOR

Contratiparea filmelor color are același rol ca și contratiparea filmelor alb-negru, adică obținerea unui contratip (denumit uneori *internegativ*) ce servește ca material primar pentru realizarea tirajului de copii pozitive.

Prin contratiparea color se execută contratipe care, ca și cele alb-negru, trebuie să îndeplinească două condiții principale :

- să aibă contrastul cât mai apropiat de cel al negativelor color originale ;
- să posede o densitate generală (acoperire) normală pentru a putea fi copiate fără dificultăți.

1. Particularitățile procesului de contratipare color

Acest proces este însă mult mai complicat decât cel alb-negru, datorită cerinței suplimentare ce se pune în fața sa de a realiza o astfel de corectare a culorilor care să permită obținerea unui contratip capabil să dea apoi copii pozitive cu culori cât mai corecte. Utilizarea la contratiparea color a peliculelor cu trei straturi, a etalonării, copierii și prelucrării acestora, creează dificultăți tehnologice deosebite laboratoarelor, care trebuie să țină seama de particularitățile acestui proces.

În primul rând, la contratiparea color urmărirea și reglarea contrastului și densităților, precum și corectarea culorilor se fac pentru fiecare strat în parte al peliculelor color. Reglarea contrastului nu se poate efectua decât în limite restrinse și aceasta în special la anumite metode de contratipare color.

În al doilea rând, scăderea de calitate a imaginii în procesul de contratipare color este mai accentuată decât la alb-negru și depinde

într-o măsură mai mare de condițiile tehnologice și de performanțele peliculelor utilizate. Se constată îndeosebi distorsiuni ale culorilor (modificarea tonului), micșorarea saturației acestora, înrăutățirea balanței de culoare. De aceea este necesar să se folosească pelicule de calitate cât mai ridicată, cu mascare internă, iar etalonarea lor trebuie să fie realizată cu cea mai mare atenție și precizie. De asemenea, se cere respectarea cu rigurozitate a condițiilor tehnologice ce se impun copierii și prelucrării chimico-fotografice a acestor pelicule.

Pentru ca pierderea de calitate să fie cât mai mică este rațional ca lanțul tehnologic al contratipării color să fie cât mai scurt, adică să conțină cât mai puține copieri și dezvoltări.

Chiar în condițiile unui proces tehnologic bine pus la punct și a utilizării unor pelicule de calitate superioară, se întâmplă adesea ca o parte din planurile negativului color, în special cele cu acoperire necorespunzătoare, să nu se contratipeze corect din punctul de vedere al culorii. Aceasta duce la necesitatea unor corecții ulterioare a culorilor acestor planuri cu ocazia copierii în pozitiv, adică la obligativitatea etalonării contratipului și a realizării fișei de lumini a acestuia.

În vederea verificării riguroase a calității contratipării color ca și pentru realizarea etalonării, orice contratip color se livrează împreună cu copia sa de control, care este o copie pozitivă standard corectată, executată de pe contratipul respectiv.

La executarea contratipelor color se copiază numai imaginea, fără să se copieze și fonograma, așa cum se face la contratiparea alb-negru.

2. Procedee de contratipare color

Procedeele de contratipare a filmelor color se pot clasifica în funcție de tehnologia întrebuințată și de tipul peliculelor utilizate în acest scop. Cele mai uzuale procedee de contratipare color, care au căpătat o întrebuințare mai largă, sînt următoarele :

- *procedul reversibil* ;
- *procedul cu interpozitiv color* ;
- *procedul cu trei interpozitive alb-negru*.

B. PROCEDEUL REVERSIBIL DE CONTRATIPARE COLOR

Procedul reversibil de contratipare color se desfășoară într-o singură fază, copiind negativul color pe o peliculă specială cu trei straturi care se prelucrează reversibil.

Copierea se execută pe cale optică (pentru a evita inversarea pe axa stînga-dreapta) și sub lichid (pentru a exclude fotocopiarea defectelor de pe suprafețele negativului). Dacă nu există în dotare o mașină optică de copiat corespunzătoare, se poate utiliza și copierea prin contact, copiind prin suportul negativului, ceea ce duce însă la o pierdere destul de însemnată a clarității imaginii.

Prelucrarea reversibilă se efectuează pe o mașină de dezvoltat destinată special acestui scop în conformitate cu regimul tehnologic recomandat pentru pelicula întrebuintată. Tehnologia prelucrării este condusă pe baza principiilor expuse în capitolul VI.

● **Fluxul tehnologic al contratipării reversibile prezentat în figura 91 constă din următoarele operații :**

— se stabilește mai întîi regimul de prelucrare (t_{devI} și t_{devII}) cu ajutorul sensitogramelor, alegîndu-se parametri care asigură $\gamma_{reversibil} = 1,00$;

— se execută cu fișa de lumini a negativului și cu diferite for-filtre de pe bobinițele de etalonare (dacă acestea există) sau direct de pe o bobină a negativului, probe mici de imagine;

— se analizează probele și se stabilește forfiltrul preliminar;

— se realizează o bobină de probă, care se copiază cu fișa de lumini a negativului și cu forfiltrul și se prelucrează în regimul stabilit anterior;

— se execută copia pozitivă de pe bobina de probă a contratipului;

— se analizează bobina de probă și se definitivează condițiile de copiere a întregului contratip;

— se copiază negativul de imagine cu fișa sa de lumini și forfiltrul determinat la probe;

— se prelucrează contratipul în regimul stabilit anterior;

— se etalonează contratipul și se execută copia pozitivă de control.

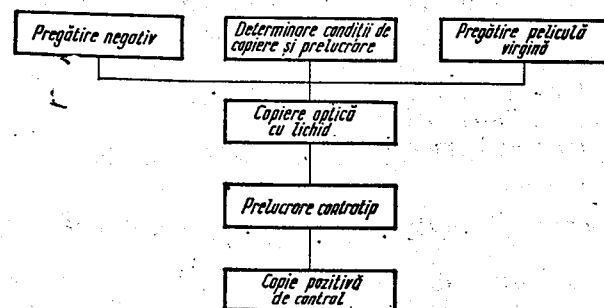


Fig. 91. Fluxul tehnologic al contratipării reversibile color.

○ **Observație.** Este indicat ca la efectuarea probelor să utilizeze o scală color cu mai multe plaje care să servească, prin controlul densităților sale, la situarea imaginilor parțiale (G, P, Az) pe porțiunile rectilinii ale celor trei curbe caracteristice.

● În țara noastră se utilizează **contratiparea reversibilă color pe peliculă ORWO tip DC-2**. Este o peliculă cu ordine normală a straturilor și cu strat filtrant galben. Pentru anularea efectului absorbției parazitare a colorantului purpuriu în zona indigo a spectrului, pelicula DC-2 este prevăzută ca mascare internă în stratul al doilea, unde se formează o mască de culoare galbenă.

În figura 92 sînt date curbele caracteristice ale peliculei DC-2.

Calitatea contratipelor color realizate pe această peliculă este deficitară, deoarece pelicula DC-2 are o capacitate de rezoluție scăzută, iar în redarea culorilor există anumite distorsiuni.

● În ultimii ani, firma Kodak a elaborat **pelicula reversibilă Eastman tip 7249/5249 destinată contratipării color**, care asigură o calitate superioară a imaginii contratipate. Această peliculă are de asemenea cele trei straturi așezate în ordine normală, precum și strat filtrant galben. Este prevăzută cu mascare internă în straturile purpuriu și azuriu, ceea ce îmbunătățește mult saturația culorilor în copiile pozitive realizate de pe contratipe. Claritatea imaginii este deosebit de bună, ca urmare a capacității de rezoluție care este foarte ridicată. Procesul de prelucrare foto-chimică a acestei pelicule prezintă dificultăți tehnologice și este deocamdată destul de instabil. Prezintă un interes deosebit faptul că metoda clasică de ilminare pentru realizarea celei de a doua expuneri este înlocuită cu o impresiune chimică a cristalelor fotosensibile cu ajutorul unei substanțe speciale ce se introduce în revelatorul cromogen.

● **Procedeul reversibil de contratipare prezintă următoarele avantaje :**

— asigură principal și practic (la pelicule de calitate), rezultate fotografice superioare, materializate într-o granulație mai fină, o definiție mai bună și o redare mai corectă a culorilor imaginii;

— este un procedeu mai avantajos din punct de vedere

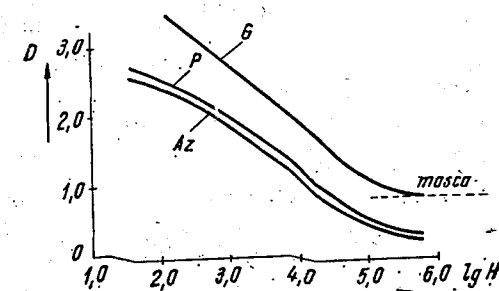


Fig. 92. Curbele caracteristice ale peliculei reversibile ORWO DC-2.

economic, datorită consumului mai redus de peliculă și duratei mai mici a întregului proces.

- În același timp, procedeul reversibil are și două dezavantaje :
 - prelucrarea chimico-fotografică este complexă și necesită o mașină specială de dezvoltat;
 - la copierea prin contact se produce o pierdere de claritate a imaginii.

C PROCEDEUL CU INTERPOZITIV COLOR

Acest procedeu constă din două faze : în prima fază se execută de pe negativul original pe o peliculă color specială un pozitiv intermediar denumit *interpozitiv color*; în faza a doua *interpozitivul este copiat pe aceeași peliculă color obținându-se după prelucrare contratipul color* care se mai numește și *internegativ*.

Acest procedeu de contratipare a fost pus la punct de către firma Kodak, fiind deocamdată unic pe plan mondial. Reușita acestui procedeu a fost determinată de calitatea deosebită a peliculei Eastman Color Intermediate tip 5253, care se utilizează atât pentru executarea interpozitivului, cât și a internegativului.

Este o peliculă color cu ordine normală a straturilor și cu performanțe deosebite dintre care cele mai importante sînt : o excelentă balanță de culoare după contrast, granulație fină și capacitate de rezoluție ridicată. Are măști încorporate în straturile purpurii și azurii pentru lichidarea efectului negativ al absorbțiilor parazitare ale acestor doi coloranți.

În figura 93 sînt prezentate curbele caracteristice ale peliculei Eastman Color Intermediate tip 5253.

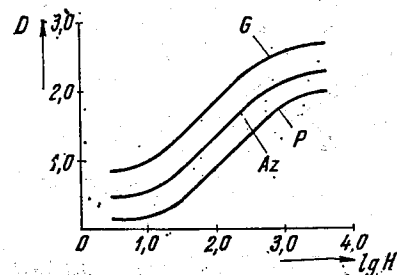


Fig. 93. Curbele caracteristice ale peliculei Eastman Color Intermediate tip 5253.

• **Fluxul tehnologic** al acestei metode de contratipare (figura 94) constă din următoarele lucrări :

- se stabilește cu ajutorul sensitogramelor a timpului de dezvoltare, care să asigure $\gamma = 1,0$, atât pentru interpozitiv, cât și pentru internegativ;
- se efectuează probe mici și bobine de probă în ambele faze

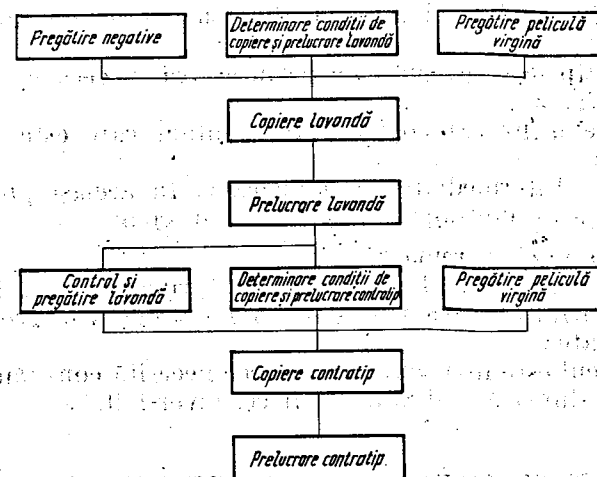


Fig. 94. Fluxul tehnologic al contratipării cu interpozitiv color.

(interpozitiv și internegativ), executându-se și copii pozitive de verificare;

- se analizează rezultatele probelor și se stabilește forfiltrul pentru prima copiere;
- se copiază negativul color cu fișa sa de lumini și forfiltrul determinat la probe;
- se prelucrează pelicula copiată și se obține interpozitivul;
- se execută probe de imagine și se stabilesc condițiile de copiere pentru copierea a doua (fișa de lumini și forfiltrul); în acest caz fișa conține o singură lumină cu corecțiile respective de culoare;
- se copiază interpozitivul cu fișa de lumini și forfiltrul pe peliculă Intermediate;
- se prelucrează pelicula copiată și se obține contratipul (internegativ);
- se execută etalonarea contratipului și copia pozitivă de control.

○ **Observație.** Pentru plasarea celor trei imagini pe porțiunile rectilinii ale curbelor caracteristice, se recomandă să se utilizeze o scală color care să parcurgă ambele faze ale procesului.

Prelucrarea fotochimică a peliculei Intermediate se face în același proces ca și prelucrarea peliculei negative Eastman Color, deci se utilizează o singură mașină de dezvoltat pentru ambele pelicule. În cazul de față timpul de dezvoltare este mai scurt (6 — 9 min).

● **Contratiparea color cu interpozitiv color prezintă următoarele avantaje :**

- contratipul se execută de pe interpozitiv ceea ce protejează negativul original;
- permite utilizarea copierii prin contact care este superioară celei optice;
- pelicula Intermediate se prelucrează în același proces și pe aceeași mașină de dezvoltat ca și negativul color.

● **Ca dezavantaje se remarcă :**

- procesul are două faze și deci din principiu granulația va fi mai mare, claritatea ceva mai slabă, iar culorile vor avea distorsiuni mai accentuate;
- procedeul este mai scump, deoarece necesită consumuri sporite de peliculă și durează mai mult decât cel reversibil.

D. PROCEDEUL DE CONTRATIPARE COLOR CU TREI INTERPOZITIVE ALB-NEGRU

Acest procedeu se desfășoară de asemenea în două faze. În prima fază se copiază pe rând negativul de imagine prin câte un filtru zonal indigo, verde și roșu pe peliculă pancromatică alb-negru obținându-se trei interpozitive. Fiecare interpozitiv constituie o extracție de culoare în alb-negru pentru câte o zonă fundamentală a spectrului. Aceste trei interpozitive alb-negru se copiază apoi, în a doua fază, pe rând, prin aceleași filtre zonale I, V și R pe o peliculă color cu trei straturi, realizându-se după prelucrare contratipul color.

● În figura 95 este redată schema de principiu a acestui procedeu. După cum reiese din schemă, pentru a se ajunge la contratip sînt necesare șase copieri ale imaginii. De aceea, procesul de copiere trebuie să se execute pe mașini de mare precizie, care să asigure o suprapunere foarte exactă a imaginilor.

Executarea interpozitivelor se poate face pe pelicula Kodak Eastman Pancromatic Separation Film tip 5235, care posedă o calitate foarte bună (latitudine mare, granulație fină, capacitate de rezoluție ridicată).

Dezvoltarea interpozitivelor se efectuează într-un revelator negativ, de exemplu D-76, la factorul de contrast $\gamma = 1,0$. Există posibilitatea ca prin modificarea factorului de contrast al interpozitivelor alb-negru să se îmbunătățească balanța de culoare după contrast a negativului color original.

Pentru executarea contratipului, în faza a doua se poate utiliza chiar pelicula Eastman Color Intermediate care se dezvoltă de asemenea pînă la $\gamma = 1,0$.

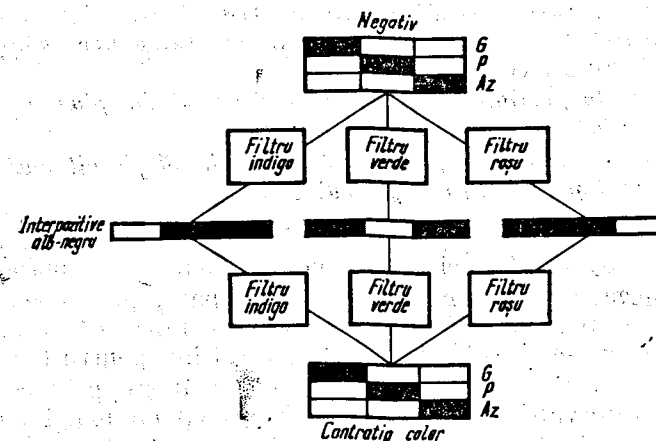


Fig. 95. Schema de principiu a procedurii de contratipare color cu trei interpozitive alb-negru.

● **Procedeul prezintă următoarele avantaje :**

- coloritul inițial al filmelor se poate păstra timp îndelungat sub forma celor trei interpozitive alb-negru;
- se poate îmbunătăți balanța de culoare după contrast, prin reglarea corespunzătoare a timpilor de dezvoltare a interpozitivelor alb-negru.

● În același timp acest procedeu are și unele dezavantaje și anume :

- necesită mașini de copiat de mare precizie pentru suprapunerea exactă a imaginilor;
- procesul durează mult timp ca urmare a numărului mare de copieri și prelucrări.

Datorită dezavantajelor menționate, acest procedeu de contratipare se utilizează pe scară redusă, aproape exclusiv pentru păstrarea filmelor color la arhivă.

E. CONDIȚIILE SENSITOMETRICE ALE CONTRATIPĂRII COLOR

Procesul de contratipare color avînd o tehnologie foarte complexă, trebuie să se bazeze nu numai pe aprecieri vizuale, subiective, ci și pe determinări sensitometrice obiective.

Ca și la contratiparea alb-negru, pentru reușita contratipării este obligatorie îndeplinirea a două condiții sensitometrice esențiale care în acest caz au alt conținut:

— imaginile parțiale G , P și A_z trebuie să fie plasate în partea centrală a celor trei curbe caracteristice;

— contrastul imaginii pe contratip trebuie să fie cât mai apropiat de contrastul imaginii din negativul original.

● Prima condiție poate fi îndeplinită dacă procesul este controlat și reglat cu ajutorul unei scale color cu mai multe plaje, care se atașează negativului color. Această scală parcurge întregul proces, copiindu-se și prelucrându-se de fiecare dată împreună cu probele de imagine. Se citesc densitățile plajelor, rezultând pentru fiecare plajă câte trei densități (D_g , D_p și D_{az}) și se urmărește prin corecții de culoare ca intervalul de densități să fie plasat cât mai bine pe porțiunile rectilinii ale curbelor caracteristice ale coloranților galben purpuriu și azuriu. Prin aceasta se realizează în mod corespunzător reglarea culorilor imaginii, care se materializează în fișa de lumini sau în forfiltru. În acest mod, cu ocazia copierii, fluxul luminos va fi modulată atât cantitativ cât și calitativ, pentru ca după prelucrare imaginea să aibă o acoperire (densitate generală), optimă și culori corectate cât mai bine.

● În privința contrastului, controlul se efectuează, după cum s-a mai arătat, cu ajutorul sensitogramelor care după citirea densităților și trasarea curbelor caracteristice ne oferă valorile celor trei factori de contrast γ_g , γ_p și γ_{az} . Este necesar mai întâi să se ia toate măsurile pentru ca valorile acestor trei factori de contrast să fie egale sau cât mai apropiate, adică să avem o bună balanță de culoare după contrast. Aceasta se realizează prin utilizarea de pelicule de calitate superioară și prin asigurarea unei prelucrări cât mai corecte (compoziția revelatorului și a celorlalte soluții, duratele tratamentului, temperaturile soluțiilor, agitarea revelatorului etc.).

Pentru a obține în contratipul color același contrast al imaginii ca în negativ, este nevoie ca la procedeul reversibil factorul de contrast să fie egal cu unitatea ($\gamma=1,0$). La celelalte procedee, care se desfășoară în două faze, pentru a atinge același obiectiv este necesară respectarea regulii lui Goldberg. ($\gamma_{poz} \cdot \gamma_{neg} = 1,0$). Această regulă se îndeplinește în practică prelucrând atât interpozitivele cât și internegativele la $\gamma = 1,0$.

○ Subliniem încă o dată faptul că modificarea factorului de contrast în caz de necesitate se poate face cu ușurință numai la peliculele

alb-negru folosite la procedeul de contratipare color cu trei interpozitive. La peliculele color această modificare se realizează în limite mult mai strinse și este însoțită uneori de o debalansare a culorilor.

Rezumat

1. Particularitățile și clasificarea procedeelor de contratipare color

- | | |
|--|---|
| a) Particularități ale contratipării color | <ul style="list-style-type: none"> — folosirea de pelicule color; — scăderea mai mare de calitate a imaginii; — condiții tehnologice mai dificile. |
| b) Procede de contratipare color | <ul style="list-style-type: none"> — reversibil; — cu interpozitiv color; — cu trei interpozitive alb-negru. |

2. Procedeul reversibil de contratipare color

- | | |
|-------------------|--|
| Fazele procedurii | <ul style="list-style-type: none"> — copierea negativului cu fișa de lumini pe o peliculă reversibilă pe cale optică, sub lichid; — prelucrarea fotochimică reversibilă. |
|-------------------|--|

3. Procedeul cu interpozitiv color

- | | |
|-------------------|---|
| Fazele procedurii | <ul style="list-style-type: none"> — copierea negativului prin contact pe o peliculă color și obținerea interpozitivului — realizarea internegativului prin copiere de pe interpozitiv pe aceeași peliculă color. |
|-------------------|---|

4. Procedeul de contratipare color cu trei interpozitive alb-negru

- | | |
|-------------------|--|
| Fazele procedurii | <ul style="list-style-type: none"> — copierea negativului pe o peliculă alb-negru prin trei filtre zonale I, V și R, obținându-se trei interpozitive alb-negru; — copierea celor trei interpozitive alb-negru pe o peliculă color prin aceleași filtre zonale realizându-se contratipul color. |
|-------------------|--|

5. Condițiile sensitometrice ale contratipării color

- a) Plasarea color trei imaginii parțiale, G , P , A_z , pe porțiunile rectilinii ale curbelor caracteristice.
- b) Contrastul imaginii din contratip trebuie să fie cât mai apropiat de cel al negativului prin respectarea regulii lui Goldberg.

Verificarea cunoștințelor

1. De ce credeți că contrastul imaginii contratipului trebuie să fie cât mai apropiat de contrastul imaginii negative de la care s-a pornit?
2. Ce măsuri se iau pentru ca pierderea de calitate la contratiparea color, să fie minimă?
3. Cum explicați că procedeul reversibil asigură o granulație mai fină a imaginii?
4. Care sînt motivele pentru care pelicula Intermedie a avut rolul decisiv în elaborarea procedeului de contratipare cu interpozitiv color?
5. Faceți o comparație între avantajele și dezavantajele procedeelor de contratipare color reversibil și cu interpozitiv color.
6. Care sînt cele două condiții sensitometrice principale ale contratipării color?

Capitolul XIV

SUBTITRAREA FILMELOR

A. CLASIFICAREA PROCEDEELOR DE SUBTITRARE ȘI EXECUTAREA LUCĂRILOR PREGĂTITOARE

Majoritatea filmelor prezentate în rețeaua cinematografică sînt de proveniență străină.

1. Procede de prezentare a dialogurilor filmelor străine

Pentru înțelegerea dialogului acestor filme de către spectatori, sînt utilizate **trei metode** care au o răspîndire mai largă și anume:

- *traducerea directă* a dialogului în timpul proiecției, folosind de cele mai multe ori o cabină specială pentru traducător și o instalație adecvată de amplificare;

- *dublajul filmului*, care constă în traducerea dialogului, aranjarea pe silabe a textului de către specialiști în funcție de pronunția interpreților din versiunea originală, interpretarea sincronă a dialogului de către actori și înregistrarea unei noi benzi de sunet pentru întregul film, cu care se execută apoi tirajul de copii;

- *subtitrarea filmului*, adică înscrierea în partea de jos a fotogramelor a textului tradus și prescurtat al dialogului.

● **Prima metodă** se întrebunțează mai rar, și anume cu ocazia prezentării ocazionale a unor filme străine (gale de filme, festivaluri internaționale, vizionări comerciale etc.). Spectatorii nu au condițiile necesare pentru înțelegerea deplină a discuțiilor care se poartă în cursul acțiunii filmului.

● **Dublajul** este metoda cea mai bună, deoarece permite înțelegerea fidelă a conținutului întregului dialog cu toate nuanțele sale, mai ales cînd calitatea traducerii, a interpretării și a sincronizării este corespunzătoare. Procedeul este însă foarte costisitor și devine rentabil numai în țările cu o rețea dezvoltată de cinematografe.

● **Subtitrarea** îndeplinește satisfăcător și cu cheltuieli minime transmiterea dialogului filmelor. Această metodă se aplică pe larg în țările mici, în care difuzarea filmelor se face cu un număr redus de copii. Desigur că spațiul restrins avut la dispoziție pe suprafața fotogramelor impune rezumarea textului, ceea ce limitează posibilitățile acestei metode de a satisface cerințele de înțelegere a dialogului. În cele ce urmează ne vom ocupa în exclusivitate de subtitrarea filmelor, care se realizează în laboratoarele de prelucrare a peliculei.

2. Procedee de subtitrare

Subtitrarea filmelor poate fi efectuată prin **trei procedee**: *mechanic, chimic și foto-optic*.

Toate aceste procedee presupun executarea în prealabil a unor **lucrări pregătitoare**, care se desfășoară în următoarea succesiune:

- *traducerea dialogului*, care se face de către traducători specializați, buni cunoscători ai limbii respective;
- *rezumarea dialogului* în texte prescurtate și stabilirea lungimii de film pe parcursul căreia se vor întinde aceste texte;
- *alcătuirea listei de titluri*, care constă din scrierea textelor pe hirtie în ordinea în care se vor include în film;
- *executarea operației de punctaj*, care reprezintă însemnarea pe o copie a filmului respectiv a locului și numărului de fotograme pe care se va imprima fiecare text.

Lucrările pregătitoare se pot realiza și în afara laboratoarelor, de exemplu în cadrul compartimentelor care se ocupă de importul și difuzarea filmelor.

B. PROCEDEUL MECANIC DE SUBTITRARE

Prin acest procedeu subtitrarea se realizează pe copiile pozitive de tiraj, după prelucrarea fotochimică a acestora. Procedeu se numește **mechanic** deoarece textele (titlurile) se imprimă în emulsia copiei prin topirea gelatinei de către literele încălzite ale unor clișee zincografice speciale.

Tehnologia subtitrării mecanice cuprinde **trei etape** distincte și anume:

- *culegerea literelor și obținerea negativului de titluri*;
- *executarea clișeelor zincografice*;
- *ștanțarea titlurilor*.

● **Culegerea literelor și obținerea negativului de titluri** se începe prin culegerea tipografică a literelor *pe cale manuală sau pe cale foto-optică*.

La *culegerea manuală* literele sînt culese și tipărite pe hirtie albă și apoi sînt fotocopyate pe un material fotosensibil contrast (planfilm) obținându-se, după prelucrarea fotochimică un negativ de titluri ce conține litere transparente pe fond opac.

La *culegerea fotooptică*, care se face cu ajutorul unei instalații speciale (ca de exemplu instalația „Diatype”), se obține mai întîi pe un film contrast un pozitiv de titluri (litere negre pe fond transparent). Acest pozitiv se copiază pe același material fotosensibil, pe cale optică, prin reducere de format, realizîndu-se după prelucrare un negativ de titluri similar cu cel de la culegerea manuală.

Culegerea fotooptică este net superioară din punct de vedere calitativ, deoarece asigură un contur al literelor mult mai precis decît în cazul culegerii manuale.

● **Executarea clișeelor zincografice** se face prin copierea negativelor de titluri pe plăci de zinc care sînt developate și tăiate la dimensiunea necesară pentru mașina de ștanțat.

● **Ștanțarea titlurilor** se efectuează într-o mașină specială, a cărei schemă de principiu este prezentată în figura 96. În continuare, vom descrie **modul de funcționare a mașinii de ștanțat**.

Copia pozitivă aflată în caseta debitoare 1 este trecută mai întîi prin cutia de umezire 2, în care se află o soluție de carbonat de sodiu, și prin dulapul 3 cu mai multe bucle. În această fază, emulsia se înmoaie și se pregătește astfel pentru imprimarea (ștanțarea) literelor. Apoi pelicula este antrenată intermitent, fotogramă cu fotogramă, de către grifa cu camă 4 prin capul de ștanțare 5, care realizează presarea clișeului pe peliculă și imprimarea textului pe fiecare fotogramă. Locașul în care se află clișeul 6 este încălzit cu ajutorul unei rezistențe electrice pînă la 90°C, astfel încît imprimarea

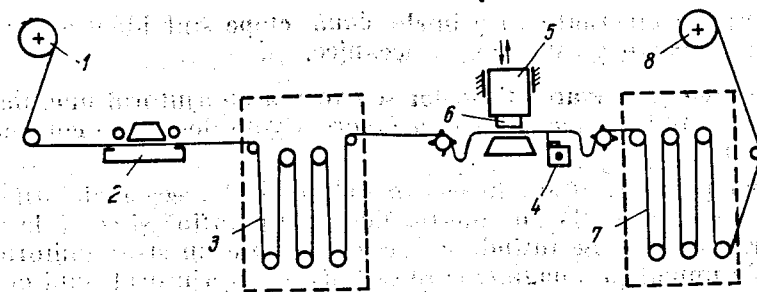


Fig. 96. Schema de principiu a mașinii de ștanțat pentru subtitrarea mecanică.

textului se face prin topirea gelatinei de către literele metalice încălzite. În final, copia pozitivă ștanțată se usucă în dulapul de uscare 7 și se bobinează în caseta receptoare 8.

Mașina de ștanțat trebuie să asigure un reperaj foarte riguros al fotogramei față de clișeu, pentru a exclude jocul literelor pe ecran în timpul proiecției.

Procedeul mecanic de subtitrare este simplu și ușor de realizat. În același timp, calitatea textului proiectat pe ecran este scăzută datorită faptului că literele au contur imprecis ca urmare a dislocării neuniforme a gelatinei. În plus, firele de gelatină desprinse la ștanțare sau ulterior duc la o degradare mai rapidă a copiilor în timpul exploatării. La aceasta se adaugă și faptul că procedeul are productivitate redusă și este relativ scump.

C. PROCEDEUL CHIMIC DE SUBTITRARE

Subtitrarea chimică se efectuează asupra copiilor pozitive standard care sînt în prealabil acoperite pe emulsie cu un strat de ceară amestecată cu parafină. Urmează o ștanțare cu clișee zincografice, la fel ca la procedeul mecanic, prin care se imprimă în parafină literele textului. În final, pelicula este tratată cu o soluție specială care îndepărtează *pe cale chimică* gelatina în locurile neprotejate de amestecul de ceară și parafină.

Tehnologia subtitrării chimice constă, de asemenea, din **trei etape** și anume:

- *culegerea literelor și realizarea negativului de titluri;*
- *executarea clișeelor zincografice;*
- *ștanțarea stratului de ceară și parafină și gravarea titlurilor în gelatină.*

● Operațiile efectuate în **primele două etape** sînt identice cu cele din prima parte a subtitrării mecanice.

● **Ștanțarea și gravarea titlurilor** se execută cu ajutorul unei mașini speciale a cărei *construcție și funcționare* o vom descrie în continuare (figura 97).

Copia pozitivă aflată în caseta debitoare 1 trece mai întîi prin cuva 2, în care se află un amestec lichid de parafină și ceară la temperatura de 80°C. Se întinde cu această ocazie un strat uniform de protecție numai pe imagine, care este uscat cu ajutorul unui curent de aer rece 3. În continuare, pelicula este deplasată intermitent de către grifa 4 prin fața capului de ștanțare 5, unde se imprimă textele

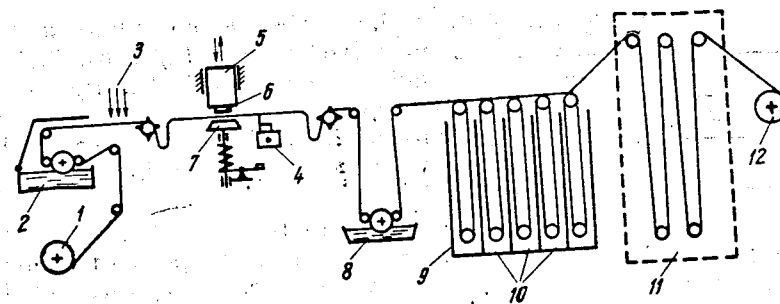


Fig. 97. Schema de principiu a mașinii pentru ștanțarea și gravarea literelor pe cale chimică.

cu ajutorul clișeelor zincografice 6. Placa de contrapresiune 7 este reglabilă, în funcție de numărul de rînduri ale textului. Se întinde apoi și pe perforații un strat protector cu aceeași compoziție, din cuva 8. Urmează tratarea cu detergent a peliculei în cuva 9, pentru îndepărtarea resturilor de parafină și ceară aflate în șanțurile literelor, după care în cuvele următoare 10, se face gravarea textului în gelatină cu o soluție de hipoclorit de sodiu sau de anhidridă cromică. După o scurtă spălare cu jeturi, pelicula se usucă în dulapul 11 și se bobinează în caseta receptoare 12.

Înlăturarea totală a stratului de parafină și ceară se face într-o mașină separată cu tricloretilenă.

Procedeul chimic, deși este costisitor, a căpătat o întrebuințare din ce în ce mai largă în ultimii ani datorită conturului mai precis al literelor, ceea ce asigură o calitate superioară a subtitrării.

D. PROCEDEUL FOTO-OPTIC DE SUBTITRARE

Acest procedeu constă în copierea pe cale optică a textelor odată cu imaginea și obținerea în final a imaginii pozitive cu titluri formate din litere transparente (albe pe ecran). Este procedeul care asigură o calitate bună a titlurilor în condiții economice avantajoase.

Tehnologia subtitrării foto-optice cuprinde **două etape** și anume:

- *executarea benzii negative de titluri;*
- *subtitrarea propriu-zisă.*

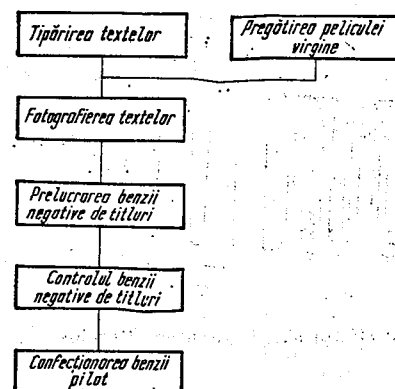


Fig. 98. Fluxul tehnologic al executării benzii negative de titluri.

Acste text tipărite sînt fotografiate pe rînd pe o peliculă de înalt contrast, cu ajutorul unei instalații de reprodus, prevăzută cu o cameră de filmat fotogramă cu fotogramă. Alegerea expunerii se face prin probe astfel încît după prelucrare să se obțină litere transparente (avînd densitatea egală cu densitatea voalului) pe fond închis (cu o densitate de minimum 2,5). Fiecare text este plasat pe cite o fotogramă, iar pentru porțiunile unde în film nu există dialog se lasă cite o fotogramă liberă (se expune o hîrtie albă pentru a obține aceeași densitate a fondului ca și la fotogramele cu text).

Prelucrarea peliculei expuse se face într-un proces pozitiv alb-negru, la un timp de developare care să asigure $\gamma > 3,5$.

Banda negativă de titluri, care are litere transparente, bine conturate, pe fond negru, se controlează cu atenție după prelucrare.

Pe baza datelor stabilite în cadrul lucrărilor pregătitoare (lista de titluri, punctaj) se confecționează o bandă-pilot, care comandă deplasarea benzii de titluri în mașina de copiat.

● Pentru realizarea tehnologică a subtitrării foto-optice propriu-zise există trei metode:

- metoda subtitrării normale în contratip;
- metoda subtitrării cu vigneta în contratip;
- metoda subtitrării directe în copia pozitivă.

Toate aceste metode cuprind copieri optice care se realizează cu ajutorul unei mașini speciale de copiat al cărei sistem lumino-optic este redat schematic în figura 99. Mașina este prevăzută cu o sursă puternică de lumină 1, al cărei flux luminos după ce străbate condensorul 2 și obiectivul 3, ajunge în canalul și fereastra de copiere 4. În această fereastră se încarcă banda de titluri 5, care este transportată sacadat de cite o fotogramă pe obturator închis, de către un mecanism acționat de banda-pilot. O anumită fotogramă a benzii

● Lucrările de executare a benzii negative de titluri, al căror flux tehnologic este prezentat în figura 98, se încep prin tipărirea textelor în conformitate cu lista de titluri (vezi § 1) pe hîrtie albă în ordinea succesiunii lor în film.

Acste text tipărite sînt fotografiate pe rînd pe o peliculă de înalt contrast, cu ajutorul unei instalații de reprodus, prevăzută cu o cameră de filmat fotogramă cu fotogramă. Alegerea expunerii se face prin probe astfel încît după prelucrare să se obțină litere transparente (avînd densitatea egală cu densitatea voalului) pe fond închis (cu o densitate de minimum 2,5). Fiecare text este plasat pe cite o fotogramă, iar pentru porțiunile unde în film nu există dialog se lasă cite o fotogramă liberă (se expune o hîrtie albă pentru a obține aceeași densitate a fondului ca și la fotogramele cu text).

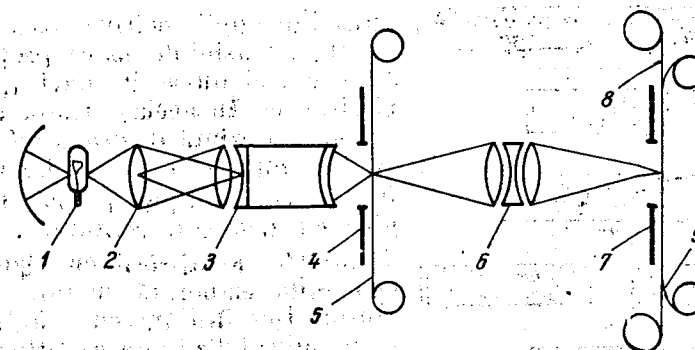


Fig. 99. Schema sistemului lumino-optic al mașinii pentru copierea optică a titlurilor.

de titluri staționează în fereastră timpul necesar ca titlurile să se copieze pe numărul stabilit de fereastră ale imaginii.

Imaginea titlurilor din fereastră 4 este preluată și transpusă în fereastră de copiere de către obiectivul 6. În fereastră 7 se copiază prin contact imaginea, cele două pelicule (8 și 9) fiind transportate sacadat de către un mecanism cu grifă.

Metoda subtitrării normale în contratip, ale cărei operații tehnologice sînt prezentate în figura 100, cuprinde două copieri. Prima copiere, care se poate efectua și pe o altă mașină, se execută încărcînd lavanda (sau interpozitivul color) și pelicula virgină dup-negativ în fereastră 7, unde are loc o copiere normală prin contact a imaginii. Pelicula astfel expusă se încarcă a doua oară la start în aceeași fereastră, împreună cu o peliculă transparentă, care îi asigură protecția. În fereastră 4 se încarcă banda negativă de titluri și se efectuează a doua copiere, prin care se impresionează textul pe pelicula dup-negativ.

În urma prelucrării se obține contratipul de imagine, care conține textul format din litere negre plasat în partea inferioară a fotogramei.

Metoda subtitrării normale în contratip prezintă avantajul că

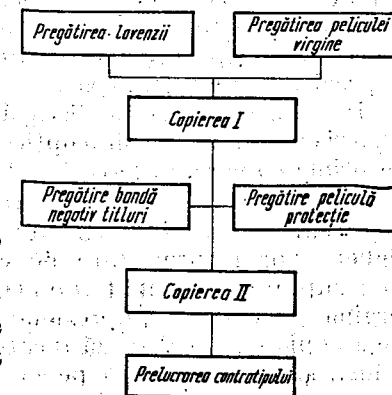


Fig. 100. Fluxul tehnologic al subtitrării foto-optice normale în contratip.

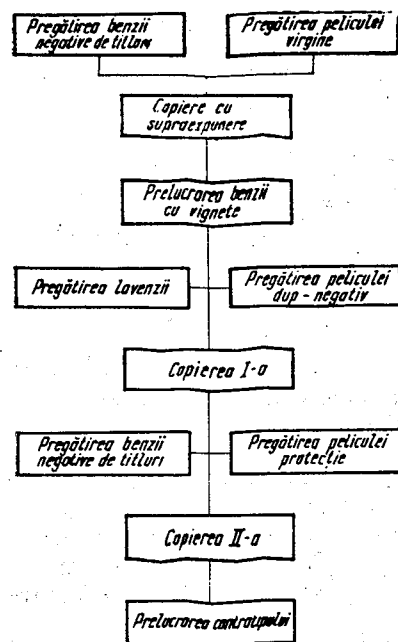


Fig. 101. Fluxul tehnologic al subtitrării foto-optice cu vignete în contratip.

copiată prin contact pe o peliculă cu contrast ridicat folosind o expunere foarte mare. Ca urmare a difuziei puternice a luminii se vor obține după prelucrare litere negre, cu grosime mare și contur imprecis, pe fond transparent.

În continuare se realizează, ca și la metoda precedentă, două copieri cu ajutorul mașinii optice de copiat descrisă mai înainte (fig. 99). La prima copiere, în fereastra 4 se încarcă banda pozitivă cu vignete, iar în fereastra 7 — lavanda (sau interpozitivul) și pelicula virgină după negativ. Literele textului, negre și îngroșate, din banda de vignete vor fi proiectate pe emulsia peliculei după negativ, astfel încât suprafețele ocupate de aceste litere rămân neexpuse pe pelicula virgină pe care se impresionează numai imaginea din lavandă. A doua copiere se realizează încărcând în fereastra 4 banda negativă de titluri, iar în fereastra 7 pelicula expusă anterior și o peliculă transparentă de protecție. Cu această ocazie lumina trece prin literele transparente ale benzii negative de titluri și impresionează interiorul zonelor rămase neexpuse la prima copiere.

tirajul de copii pozitive poate fi executat pe mașini de mare productivitate, obținându-se în mod automat și titlurile. În același timp, această metodă prezintă *dezavantajul* că textul obținut este greu lizibil când literele se suprapun pe fond de imagine cu densitate scăzută.

Metoda subtitrării cu vignete în contratip, elaborată în țara noastră (autor Ion Buțănescu), îmbunătățește radical lizibilitatea titlurilor pe fond deschis de imagine. Prin intermediul acestei metode se obțin litere cu contur negru, ce se formează în mod automat (antovignetare) și ies în evidență pe porțiunile cu densitate redusă ale imaginii copiilor pozitive.

Succesiunea operațiilor tehnologice ale subtitrării cu vignete în contratip este prezentată schematic în figura 101.

Se realizează mai întâi *banda pozitivă de titluri cu vignete*. Pentru aceasta, banda negativă de titluri este

După prelucrare se obține un contratip de imagine cu titluri negre înconjurare de jur împrejur de zone transparente. Desigur că în copiile pozitive literele vor apărea transparente, cu un contur negru, ce va fi vizibil numai pe fond deschis de imagine.

Această metodă de subtitrare foto-optică deși este mai laborioasă și necesită suprafețe fără defecte la benzile pozitive cu vignete, prezintă marele *avantaj* al îmbunătățirii lizibilității textului pe orice fond de imagine.

Metoda subtitrării directe în copia pozitivă, redată schematic în figura

102, necesită mai întâi executarea unei *benzi pozitive normale de titluri*. Aceasta se realizează copiind prin contact, cu expunere corectă, banda negativă de titluri pe o peliculă alb-negru cu contrast ridicat. Banda pozitivă de titluri are litere negre, bine conturate și cu dimensiuni normale, pe fond transparent.

Subtitrarea se realizează printr-o singură copiere cu ajutorul aceleiași mașini optice de copiat (fig. 99). Se încarcă în fereastra 4 banda pozitivă de titluri, iar în fereastra 7 — contratipul (sau negativul) de imagine și pelicula pozitivă virgină. În urma copierii și prelucrării se va realiza copia pozitivă cu titluri transparente.

Această metodă prezintă *avantajul* că este necesară o singură copiere și că se pot executa copii subtitrate de pe negativele originale ale filmelor, imaginea fiind în acest caz de o calitate superioară. În același timp productivitatea tirajului este redusă (copierea se face sacadat), iar lizibilitatea textului este necorespunzătoare (aceleași neajunsuri ca și la prima metodă).

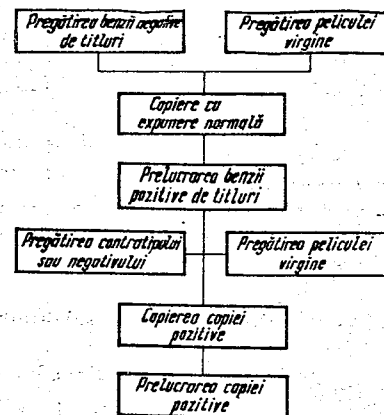


Fig. 102. Fluxul tehnologic al subtitrării foto-optice directe în copie pozitivă.

Rezumat

1. Clasificarea procedeelor de subtitrare și executarea lucrărilor pregătitoare

a) Metode de prezentare a dialogului filmelor străine

- traducerea directă în sală;
- dublajul filmelor;
- subtitrarea filmelor.

- b) *Procedee de subtitrare* {
 — mecanic;
 — chimic;
 — foto-optic.
- c) *Lucrări pregătitoare* {
 — traducerea dialogului;
 — rezumarea dialogului;
 — alcătuirea listei de titluri;
 — operația de punctaj.

2. Procedeele mecanice de subtitrare

- a) *Principiul procedurii* {
 — ștanțarea cu un clișeu zincografic încălzit și topirea gelatinei.
- b) *Etapile subtitrării mecanice* {
 — culegerea literelor și obținerea negativului de titluri;
 — executarea clișeele zincografice;
 — ștanțarea titlurilor.

3. Procedeele chimice de subtitrare

- a) *Principiul procedurii* {
 — ștanțarea literelor în stratul protector de ceară + parafină;
 — gravarea literelor în gelatină cu hipoclorit de sodiu.
- b) *Etapile subtitrării chimice* {
 — culegerea literelor și realizarea negativului de titluri.
 — executarea clișeele zincografice;
 — ștanțarea și gravarea titlurilor în gelatină.

4. Procedeele foto-optice de subtitrare

- a) *Principiul procedurii* — fotocopierea titlurilor pe imagine.
- b) *Etapile subtitrării foto-optice* {
 — executarea benzii negative de titluri;
 — subtitrarea propriu-zisă.
- c) *Metode de subtitrare foto-optică* {
 — normală în contratip;
 — cu vignete în contratip;
 — direct în copia pozitivă.

Verificarea cunoștințelor

1. Care credeți că sînt criteriile pe baza cărora se stabilește la punctaj numărul de fotograme pe care trebuie să se afle un text pe ecran?
2. Ce principiu stă la baza procedurii mecanice de subtitrare? Dar a celui chimic?
3. Faceți o comparație între calitatea titlurilor obținută prin procedeele mecanice și chimice.
4. Ce condiții fotografice trebuie să îndeplinească banda negativă de titluri la procedeele foto-optice?
5. Care sînt deosebirile tehnologice dintre cele două metode de subtitrare în contratip?
6. Ce diferențe există între banda pozitivă, cu vignete și banda pozitivă normală?

Capitolul XV

EXECUTAREA TIRAJULUI DE COPII POZITIVE

A. CERINȚELE TEHNICE FAȚĂ DE COPIILE POZITIVE DE TIRAJ

Întreaga tehnologie de producție a filmelor trebuie să aibă ca scop final realizarea de copii pozitive standard, destinate rețelei cinematografice, cu o calitate cât mai bună a imaginii și sunetului. Aceste copii pozitive, denumite *de tiraj*, se execută pe cale industrială în mari laboratoare specializate pentru acest gen de lucrări. Procesul tehnologic trebuie să fie standardizat, să asigure o calitate cât mai ridicată a copiilor de tiraj și să se desfășoare în condiții economice avantajoase.

Laboratoarele în care se efectuează tirajul de copii sunt dotate cu mașini de copiat și de dezvoltat de mare productivitate, precum și cu alte utilaje și instalații care să permită desfășurarea producției pe baze științifice, în flux continuu.

Copiile pozitive de tiraj se realizează în marea lor majoritate de pe contratipe de imagine și negative de sunet. Aceste materiale primare se primesc de la laboratoarele de creație din țară și străinătate sau sunt executate de către laboratoarele care efectuează tirajul.

Copiile pozitive de tiraj trebuie să satisfacă următoarele cerințe tehnice de bază:

- *calitatea fotografică a imaginii* să fie cât mai apropiată de calitatea imaginii din copia etalon și să atingă nivelul calitativ a copiei pozitive de control a contratipului de pe care se face tirajul. Pentru aceasta, este necesar ca acoperirea (densitatea) să corespundă nivelului mediu de strălucire al ecranelor din rețeaua cinematografică, contrastul vizual să fie normal și claritatea imaginii să fie optimă. La filmele color, imaginea copiilor pozitive trebuie să aibă culori corectate, care să nu difere de culorile existente în copia pozitivă de control, în special pentru punctele principale din cadru (fețele actorilor, cerul, vegetația etc.);

- *suprafețele și perforațiile peliculei* să nu prezinte defecte și să se încadreze în starea a II-a tehnică prevăzută în normele tehnice de calitate pentru copiile de tiraj. În acest sens se cere să nu existe zgirieturi sau frecături pe emulsie și suport, iar perforațiile să nu prezinte forțări sau plesniri. Aceste cerințe sunt esențiale pentru asigurarea numărului normat de rulări pentru copiile de tiraj în rețea;

- *calitatea fonogramei* să corespundă condițiilor tehnice impuse de norme în privința densității, amplasării geometrice și a nivelului de distorsii. Sunetul trebuie să fie inteligibil, să posede nivelul necesar și să nu prezinte efectul de donner. O condiție importantă ce se pune în fața copiilor de tiraj este sincronismul perfect dintre sunet și imagine.

În afară de condițiile tehnice principale arătate, copiile de tiraj sunt supuse unei verificări atente și din alte puncte de vedere (voalul fotografic, granulație, stabilitatea imaginii etc.).

B. TIRAJUL DE COPII POZITIVE PE PELICULĂ DE 35 mm

- **Procesul de realizare a tirajului de copii pe peliculă pozitivă alb-negru de 35 mm** are o tehnologie mai simplă. Contratipele în acest caz sunt de regulă egalizate și de aceea fișa de lumini va cuprinde o singură lumină de copiere pentru toate bobinele. La aceasta se adaugă și faptul că procesul de prelucrare a peliculei pozitive alb-negru este mai stabil și ușor de controlat.

- **La tirajul pe peliculă pozitivă color de 35 mm** tehnologia este mai complicată întrucât intervin dificultățile legate de redarea corectă a culorilor. Contratipele color, cu rare excepții, nu sunt perfect egalizate și de aceea este nevoie de etalonare pentru unele din planuri. Deci fișa de lumini va conține corecții de densitate și culoare pentru o serie de planuri. În plus, intervine și faptul că prelucrarea peliculei pozitive color se menține mult mai greu în limitele de toleranță, deoarece posibilitățile de variații ale efectului fotografic sunt multiple.

Pentru tiraj se utilizează peliculă pozitivă normată, adică cu filtrul determinat în prealabil, dezvoltarea acestor pelicule fiind realizată conform tehnologiei descrise mai înainte în revelatori energici în vederea obținerii unui contrast ridicat al imaginii.

- **Parametrii principali pentru executarea tirajului de copii pozitive** sunt următorii:

- *timpul de dezvoltare (t_{dev}) pentru realizarea γ_{rec} ;*

- fișa de lumini pentru imagine;
- lumina de copiere pentru sunet.

Atît la probe, cît și pentru controlul calității copiilor de tiraj, se obișnuiește să se monteze în contratip scale cu mai multe plaje care se copiază și se prelucurează odată cu imaginea. Din această scală se urmăresc una sau două densități, pentru a verifica dacă procesele de copiere și prelucrare au decurs corect.

● Realizarea tirajului de copii pozitive are loc în două perioade distincte și anume:

- perioada de pregătire;
- perioada de tiraj.

În figura 103 este prezentat fluxul tehnologic al tirajului de copii pozitive.

Perioada de pregătire are rolul de a pregăti materialele de lucru și de a stabili parametrii pentru executarea tirajului. Ea cuprinde următoarele operații tehnologice:

- se identifică și se controlează cu atenție contratipul de imagine și negativul de sunet, verificîndu-se starea tehnică și sincronismul acestora;
- se vizionează, dacă există, copia pozitivă de control a contratipului și se trag concluzii asupra particularităților imaginii;
- se alege pelicula pozitivă virgină astfel încît să corespundă calitativ și să ajungă pentru tot tirajul;
- pe bază de sensigrame se determină timpul de dezvoltare

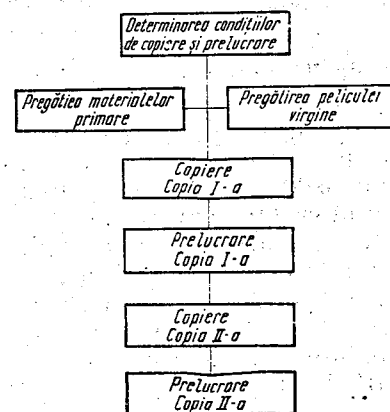


Fig. 103. Fluxul tehnologic al tirajului de copii pozitive.

— se copiază contratipul și negativul de sunet cu fișa de lumini, forfiltrul și lumina de copiere a fonogramei pe pelicula pozitivă aleasă;

- se prelucurează copia I la t_{dev} stabilit anterior;
- se verifică prin citirea scalei de control dacă condițiile de copiere și prelucrare au fost respectate.

Perioada de tiraj începe odată cu realizarea copiei a II-a și continuă pînă la terminarea tuturor copiilor comandate la filmul respectiv. La schimbarea turnării și în special a emulsiei de peliculă pozitivă se efectuează uneori probe pentru a evita eventualele erori.

Pe tot parcursul tirajului, toate copiile se verifică calitativ prin vizionări operative și prin citirea unor plaje din scalele copiate odată cu contratipul.

Dacă în perioada de tiraj a unui film intervin variații în procesele de copiere și prelucrare fotochimică, se iau măsuri de corectare a acestora prin intervenții asupra forfiltrului și respectiv asupra timpului de dezvoltare.

C. TIRAJUL DE COPII POZITIVE PE PELICULĂ DE 16 mm

Rețeaua de cinematografe pentru peliculă de 16 mm fiind dezvoltată, este necesar un număr însemnat de copii pozitive pe acest format.

Majoritatea acestor copii se obțin la filme realizate pe negativ de 35 mm, deci prin *reducere de format*, iar numai o mică parte din copii sînt executate pentru filmele al căror negativ original este tras pe peliculă de 16 mm.

● Copiile de 16 mm care se obțin prin *reducere de format* de pe materiale primare de 35 mm se execută în țara noastră pe peliculă de 32 mm (2×16 mm) prin două procedee:

- prin *procedeul cu contratip de 35 mm și copiere optică pe peliculă pozitivă de 32 mm* (2×16 mm);
- prin *procedeul cu contratip de 32 mm* (2×16 mm) și *copiere prin contact pe peliculă pozitivă de 32 mm* (2×16 mm).

Primul procedeu, a cărui schemă este redată în figura 104, folosește pentru imagine un contratip de 35 mm copierea efectuîndu-se pe cale optică prin *reducere de format*, într-o mașină specială de copiat cum este, de exemplu Tipro Color. Copierea se face pe peliculă pozitivă de 32 mm (2×16 mm), realizîndu-se dintr-o dată două copii de 16 mm. Fonograma se copiază tot pe cale optică, de pe un negativ de sunet de 35 mm.

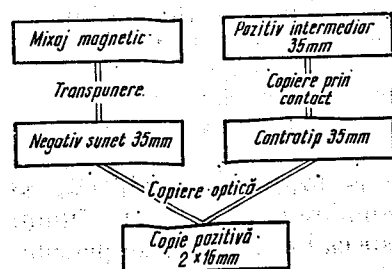


Fig. 104. Schema procedului de tiraj optic al copiilor de 16 mm, de pe contratip de 35 mm.

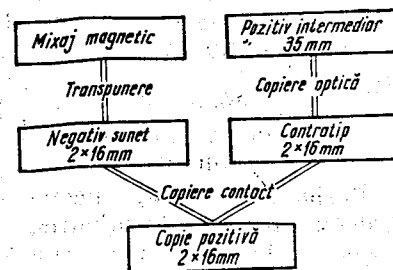


Fig. 105. Schema procedului de tiraj prin contact al copiilor de 16 mm.

După prelucrarea fotochimică, pelicula de 32 mm este tăiată pe linia mediană, realizându-se despărțirea celor două copii pozitive standard de 16 mm.

Acest procedeu prezintă două *avantaje*:

- calitatea fotografică a imaginii este ceva mai bună decât la procedeu următor, deoarece reducerea formatului are loc în ultima etapă a lanțului tehnologic;
- materialele primare pot fi utilizate atât pentru tirajul de 35 mm, cât și pentru cel de 16 mm.

Totodată aplicarea procedurii întâmpină *dificultăți* ca urmare a complexității și productivității scăzute a mașinilor de copiat folosite.

Al doilea procedeu, prezentat schematic în figura 105, folosește pentru imagine un contratip special de 32 mm (2×16 mm) realizat prin copiere optică cu reducere a formatului după interpozitivul de 35 mm al filmului în cauză. Pentru obținerea sunetului se întrebuintează un negativ de sunet special de 32 mm (2×16 mm) realizat prin transpunere după mixajul magnetic.

Tirajul se realizează copiind prin contact aceste două materiale primare pe peliculă pozitivă de 32 mm (2×16 mm) obținându-se, ca și la primul procedeu, două copii deodată.

Procedeu are următoarele *avantaje*:

- productivitatea este mult superioară față de primul procedeu;
- mașinile de copiat prin contact sînt mai robuste și mai ușor de întreținut.

În același timp, acest procedeu prezintă și unele *dezavantaje* și anume:

- calitatea imaginii este ceva mai scăzută întrucît reducerea formatului se produce mai devreme;

— este obligatorie realizarea unor materiale primare speciale destinate acestui scop care nu pot fi utilizate pentru tirajul de 35 mm.

- La filmele realizate pe peliculă de 16 mm, tirajul de copii se execută prin contact de pe negativul sau contratipul de imagine de 16 mm și de pe negativul de sunet obținut tot pe peliculă de 16 mm, prin transpunere de pe mixajul magnetic.

Calitatea sunetului la prezentarea copiilor executate pe peliculă de 16 mm este inferioară celei realizate la 35 mm, datorită faptului că viteza peliculei în aparatul de proiecție este mult mai mică (18,3 cm/s față de 45,6 cm/s).

La această viteză scăzută și la dimensiunile mai reduse ale fonogramei, pelicula nu are capacitate de rezoluție suficientă pentru a face față unui volum așa de mare de informații la frecvențele înalte ale sunetului. De aceea, față de fonograma optică de pe pelicula de 16 mm trebuie să se ia unele măsuri tehnologice deosebite:

- la transpunerea de pe mixajul magnetic pe negativul de sunet pentru 16 mm, se limitează banda de frecvențe a sunetului;
- compensarea sunetului trebuie să fie optimă, respectîndu-se cu rigurozitate parametri necesari (D_{neg} , D_{poz} , γ_{neg} și γ_{poz}).

O îmbunătățire importantă a calității sunetului în copile de 16 mm s-a realizat prin înregistrarea sunetului pe o pistă magnetică ce se întinde pe pelicula pozitivă înainte sau după prelucrarea ei. Din nefericire această metodă n-a putut fi generalizată deoarece pista magnetică se uzează rapid în aparatele de proiecție.

În afară de particularitățile arătate, realizarea tirajelor pe peliculă alb-negru sau color de 16 mm are aceleași perioade și faze tehnologice ca și la 35 mm.

D. TIRAJUL DE COPII POZITIVE COLOR PRIN PROCEDEUL HIDROTIPIC

Tirajul de copii pozitive color se poate realiza prin două procedee diferite și anume:

- prin procedeu cu peliculă color cu trei straturi (procedeu clasic);
- prin procedeu hidrotipic.

● **Procedeu clasic**, care a fost descris mai sus, prevede ca negativul sau contratipul ce conține trei imagini suprapuse formate din coloranți galben, purpuriu și azuriu, să fie copiat pe o peliculă color similară, avînd trei straturi fotosensibile, obținându-se după prelucrarea copia pozitivă color, a cărei imagine este formată din aceiași coloranți.

● **Procedeul hidrotipic** pornește de la același negativ color care, prin niște etape tehnologice ce vor fi descrise în continuare, este transpus pe trei matrițe pozitive în relief. Matrițele se îmbibă cu cite unul din coloranții galben, purpuriu și azuriu și se presează pe rînd pe o peliculă transparentă și incoloră, care devine astfel o copie pozitivă în culori. Procedeul hidrotipic este asemănător cu procedeele de tipărire a imaginilor colorate din poligrafie.

Procedeul hidrotipic, prezentat schematic în figura 106, se desfășoară în trei etape principale și anume: *realizarea selecțiilor de culoare, executarea matrițelor și imprimarea copiilor*.

Realizarea selecțiilor de culoare cuprinde următoarele operații tehnologice:

— negativul color cu trei straturi se copiază pe rînd prin trei filtre zonale indigo, verde și roșu pe o peliculă pancromatică alb-negru și se obțin, după prelucrare, trei pozitive intermediare, care reprezintă selecții pozitive de culoare în alb-negru;

— pozitivele intermediare se copiază fiecare pe o peliculă ortocromatică alb-negru, realizîndu-se, după prelucrare, trei contratipe, care sînt selecții negative de culoare în alb-negru.

Cele două copieri trebuie să se execute cu ajutorul unor mașini de înaltă precizie pe pelicule cu dimensiuni geometrice foarte exacte.

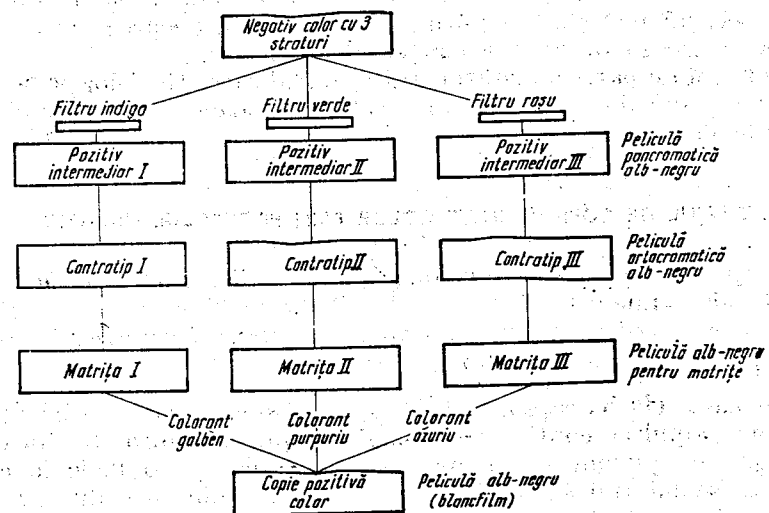


Fig. 106. Schema procedului hidrotipic de tiraj color.

Executarea matrițelor se face astfel:

— se copiază pe rînd cele trei contratipe pe o peliculă fotosensibilă alb-negru pentru matrițe, această copiere fiind efectuată, din considerente tehnologice, prin suportul contratipelor;

— peliculele copiate se supun unei prelucrări speciale, în urma căreia se obțin trei matrițe cu imaginea formată numai din gelatină în relief.

În procesul de prelucrare a matrițelor, redat schematic în figura 107, are loc mai întâi o dezvoltare tanantă cu o substanță revelatoare, ca de exemplu pirogalolul. Odată cu reducerea cristalelor de halogenură de argint în argint metalic, are loc și o tanare a gelatinei, proporțională cu densitatea realizată. După spălare, peliculele se tratează într-o soluție de înălbire pe bază de fericianură de potasiu și apoi se fixează, ceea ce duce la îndepărtarea integrală a argintului din emulsie. În acest moment, matrițele sînt formate numai din gelatină tanată în mod diferențiat.

În continuare, matrițele se spală în apă caldă (50 °C) pînă ce gelatina din porțiunile netanate se îndepărtează complet.

Astfel, în final, fiecare matriță va conține cite o imagine pozitivă în relief de gelatină, înălțimea reliefului pe diferite porțiuni ale imaginii fiind proporțională cu expunerea la copiere.

Imprimarea copiilor se execută într-o mașină specială, în care se încarcă atît matrițele, cît și o peliculă cu caracteristici deosebite, denumită *blanc-film*. Blanc-filmul este o peliculă alb-negru pe care s-a copiat și prelucrat în prealabil fonograma (în totalitate argentică) în locul imaginilor aflîndu-se numai gelatină transparentă și incoloră.

În mașina de imprimat, matrițele trec mai întâi prin niște cuve cu coloranți în soluții apoase, care difuzează în gelatina matrițelor. Cantitatea de colorant reținută este proporțională cu grosimea stratului de gelatină.

Matrița corespunzătoare selecției de culoare realizată cu filtrul indigo se încarcă cu colorant galben, cea corespunzătoare filtrului verde — cu colorant purpuriu, iar cea corespunzătoare filtrului roșu — cu colorant azuriu.

După încărcarea cu coloranți, matrițele sînt presate pe rînd pe

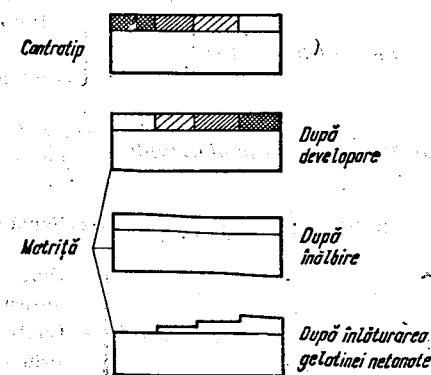


Fig. 107. Schema procesului de prelucrare a matrițelor.

gelatina blanc-filmului, operația efectuându-se pe niște tamburi speciali. În această fază, coloranții din gelatina matriței difuzează în gelatina mai puțin tanată a blanc-filmului. Prin suprapunerea celor trei imprimări rezultă copia pozitivă în culori.

Marele *avantaj* al procedurii hidrotipice de tiraj îl constituie calitățile excelente ale coloranților utilizați care posedă o saturație ridicată și absorbții spectrale mai bune decât coloranții care rezultă în peliculele cu trei straturi.

În același timp, acest procedeu este foarte complicat și necesită utilaje de mare precizie, fiind rentabil numai pentru tiraje mari.

Procedul hidrotipic este utilizat pe scară largă, sub denumirea de procesul *technicolor*, într-o serie de țări ca S.U.A. și Anglia, pentru realizarea tirajului de copii color.

Rezumat

1. Cerințele tehnice față de copiile pozitive de tiraj

- Calitatea fotografică a imaginii (densitate, contrast, claritate etc.) la nivelul copiei de control;
- suprafețele și perforațiile peliculei, fără defecte;
- calitate corespunzătoare a fonogramei (densitate, amplasare geometrică, nivel coborât de distorsiuni etc.).

2. Tirajul de copii pozitive pe peliculă de 35 mm

- a) *Parametrii principali* {
- timp de dezvoltare;
 - fișa de lumini;
 - lumina de copiere pentru sunet.
- b) *Perioadele tirajului de copii* {
- de pregătire (se stabilesc parametrii de lucru);
 - de tiraj (se execută toate copiile).

3. Tirajul de copii pozitive pe peliculă de 16 mm

- Procedee de executare a tirajului de 16 mm* {
- contratip și negativ de sunet de 35 mm prin copiere optică pe peliculă de 32 mm (2×16 mm);
 - Contratip și negativ de sunet de 32 mm copiere prin contact pe peliculă de 32 mm (2×16 mm);
 - contratip și negativ de sunet de 16 mm copiere prin contact pe peliculă de 16 mm.

4. Tirajul de copii pozitive color prin procedul hidrotipic

- a) *Principiul procedurii* {
- imprimare a colorantului de pe matrițe pe blanc-film;
- b) *Fazele procedurii hidrotipice* {
- realizarea selecțiilor de culoare;
 - executarea matrițelor;
 - imprimarea copiilor

Verificarea cunoștințelor

1. De ce credeți că se acordă o importanță atât de mare integrității perforațiilor la copiile de tiraj?
2. Cum explicați faptul că majoritatea contratipelor color sînt neegalizate, necesitînd corecții de culoare la efectuarea tirajului?
3. Care dintre procedeele de tiraj pe peliculă de 16 mm cu reducere de format, asigură o calitate mai bună a imaginii și din ce motive?
4. Care sînt cauzele care fac ca sunetul copiilor de 16 mm să fie inferior calitativ sunetului copiilor de 35 mm?
5. Ce măsuri se iau pentru îmbunătățirea calității sunetului la copiile de 16 mm?
6. Ce deosebiri principale există între procedeele clasice și hidrotipice de tiraj color?
7. Ce avantaj principal oferă procedul hidrotipic?

Capitolul XVI

PREGĂTIREA MATERIALELOR PENTRU COPIERE ȘI PROIECȚIE

A. PREGĂTIREA MATERIALELOR PRIMARE PENTRU COPIERE

Materialele primare (negative de imagine, negative de sunet, pozitive intermediare și contratipe) sînt pregătite în mod special pentru operația de copiere. Această pregătire constă din următoarele lucrări :

- montarea starturilor de copiere și a amorselor de protecție;
- curățirea suprafețelor de impurități;
- derularea materialelor primare, pentru a corespunde condițiilor de încărcare în mașina de copiat;
- pregătirea cutiilor goale în care se va pune materialul copiat.

● **Starturile de copiere** sînt bucăți de peliculă în lungime de circa un metru, pe care s-a realizat în prealabil, prin copiere și prelucrare, o serie de repere necesare identificării materialului primar respectiv și încărcării lui corecte în mașina de copiat.

Starturile de copiere, așa cum reiese din figura 108, conțin următoarele repere :

- semnul de încărcare pentru sunet, care se plasează în fereastra de copiere în cazul cînd materialul primar este negativul de sunet;
- semnul de încărcare pentru imagine, care se așază în fereastra de copiere la negative de imagine, contratipe și pozitive intermediare;
- repere ce indică locul în care se vor înscrie ulterior datele necesare pentru identificarea materialului primar respectiv (titlul filmului, felul materialului, numărul bobinei);
- reperul care indică locul exact al executării lipiturii dintre start și materialul primar.

Montarea starturilor de copiere se face la începutul negativelor de imagine, negativelor de sunet și contratipelor. La pozitivele intermediare (lavenzi și interpozitive color), starturile de copiere se mon-

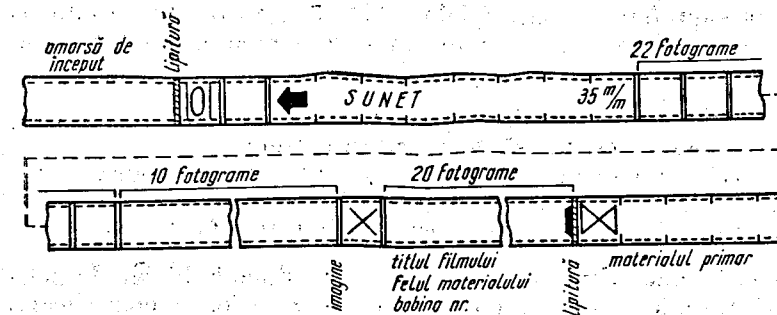


Fig. 108. Schema startului de copiere.

tează la sfîrșit, deoarece aceste materiale primare nu se copiază cu începutul, ci cu sfîrșitul.

Distanța dintre semnul de încărcare al sunetului și cel al imaginii este impusă de caracteristicile constructive ale mașinilor de copiat (în exemplul dat în figura 108 ea este de 40 fotograme). Această distanță nu trebuie confundată cu decalajul necesar de 20 de fotograme dintre sunet și imagine din copiile pozitive standard, care se realizează în procesul de montaj negativ prin montarea diferită a starturilor de copiere la negativele de imagine și de sunet. În figura 109 este ilustrat schematic modul în care se montează starturile de copiere la negativele de imagine și sunet.

Pe suprafața startului de copiere se înscriu, în locul special indicat acestui scop, datele de identificare a materialului primar.

● **Amorsele de protecție** sînt bucăți de peliculă fără imagine, în lungime de 1,5—2 m, care se lipesc la începutul și sfîrșitul fiecărei bobine, avînd rolul de a proteja materialul respectiv.

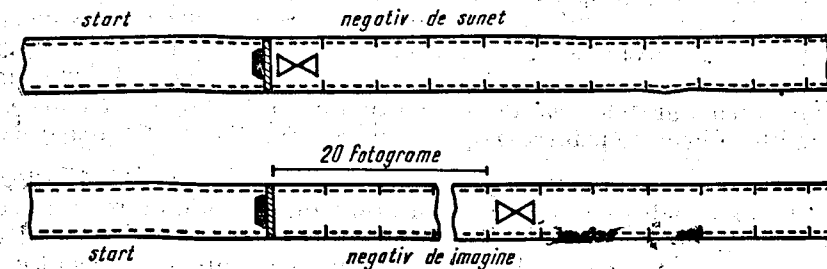


Fig. 109. Schema montării starturilor la negativele de imagine și sunet.

● **Curățirea suprafețelor materialelor primare** este o lucrare obligatorie care se efectuează înainte de copiere pentru a preîntîmpina fotocopiarea impurităților.

● **Derularea materialelor primare** se face, numai dacă este cazul, pentru ca bobinele acestora să se prezinte astfel;

- negativele și contratițele — cu începutul la exterior;
- pozitivele intermediare — cu sfîrșitul la exterior;
- toate materialele primare — cu emulsia în afară.

● **Pregătirea cutiilor goale** în care se vor introduce bobinele de peliculă copiată trebuie să se facă cu o deosebită atenție. Se controlează mai întîi dacă cutiile sînt curate și în bună stare. Apoi, pe fiecare cutie se lipește cîte o etichetă standard pentru genul respectiv de lucrări pe care se înscriu datele necesare de identificare.

După pregătire, materialele primare se duc la atelierul de copiază împreună cu cutiile goale respective.

B. PREGĂTIREA MATERIALELOR PENTRU PROIECȚIE

Materialele care după prelucrare se controlează prin vizionarea pe ecran (copii de lucru, pozitive intermediare, copii pozitive standard), sînt supuse în prealabil operației de pregătire pentru proiecție.

Pregătirea pentru proiecție constă din următoarele lucrări:

- scoaterea agrafelor rămase după prelucrare;
- montarea starturilor de proiecție și a amorsoarelor de protecție;
- derularea materialelor pentru a corespunde condițiilor de încărcare în aparatele de proiecție.

● **Scoaterea agrafelor metalice** se face prin tăierea și îndepărtarea porțiunilor agrafate și lipirea cap la cap a peliculei, cu respectarea cadrajului. Această operație trebuie să fie executată cu mare atenție, deoarece agrafele neîndepărtate pot deteriora aparatele de proiecție. Menționăm de asemenea că la materialele pentru care se cere un sincronism perfect, este necesar ca cele două fotograme căzute cu ocazia îndepărtării agrafelor să fie înlocuite fie cu alb, fie cu aceleași fotograme obținute printr-o copiere ulterioară între semne (reacordaj).

● **Straturile de proiecție** sînt bucăți de peliculă pozitivă alb-negru pe care s-au realizat prin copiere și prelucrare o serie de repere necesare identificării materialelor și încărcării lor corecte în aparatele de proiecție. Aceste starturi, care sînt prezentate schematic în figura 110, sînt de două feluri:

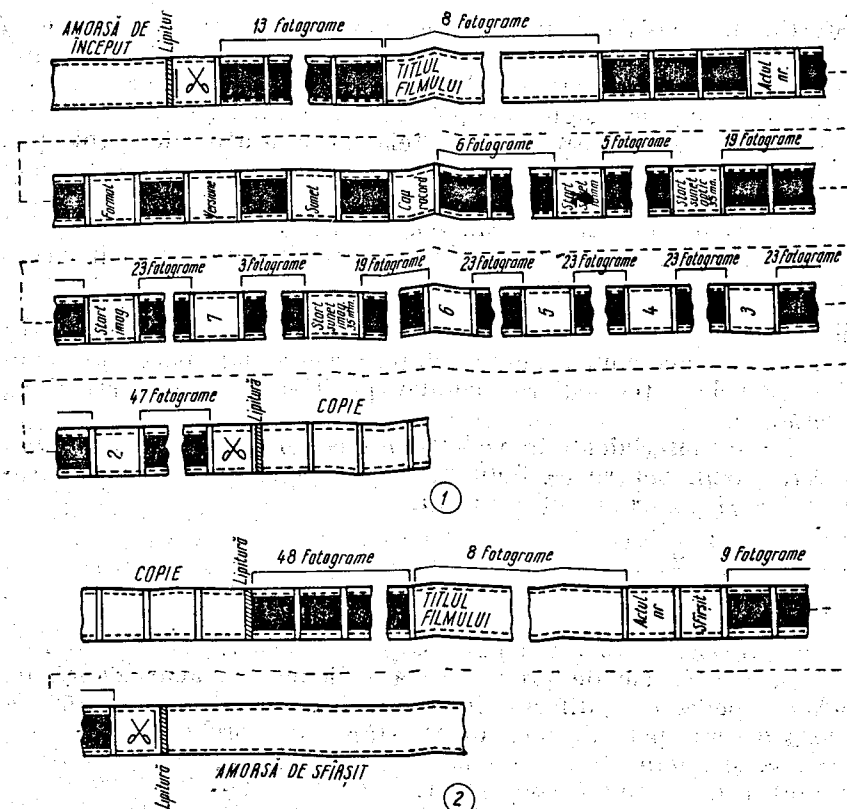


Fig. 110. Schema starturilor de proiecție:
1 — start de început; 2 — start de sfârșit.

— de început, care se montează la începutul fiecărei bobine și au lungimea de circa 5 m;

— de sfârșit, care se montează la finalul bobinelor și sînt mai scurte, avînd lungimea de circa 1 m.

Startul de început conține următoarele repere:

- repere ce indică locurile unde se vor înscrie ulterior datele de identificare a materialului (titlul filmului, formatul imaginii, versiunea și felul sunetului);

- semnele de încărcare pentru diferitele feluri de sunet (optic, magnetic, 16 mm, 35 mm);

- semnul de încărcare pentru imagine;

- repere ce indică locurile unde se vor executa lipiturile.

Startul de sfârșit cuprinde numai *reperele* ce indică locurile în care se vor înscrie datele de identificare și unde se va executa lipitura.

Starturile de proiecție îndeplinesc următoarele roluri :

- constituie o prelungire a copiei, cu rol de pilot pentru începutul bobinei, permițând încărcarea acesteia în aparatul de proiecție ;
- conțin indicațiile de identificare a filmului și bobinei, precum și a sensului în care se găsește derulată ;
- asigură încărcarea imaginii „la cadraj” ;
- asigură decalajul standard de încărcare imagine-sunet în vederea realizării sincronismului acestora.

● **Montarea amorselor de protecție**, care au lungimea de circa 1,5 — 2 m, se face numai pentru materialele mai importante, cum ar fi pozitivele intermediare, copile pozitive pentru festivaluri, premieră etc.

● **Derularea materialelor** în vederea proiecției se efectuează numai dacă este cazul, pentru ca bobinele să fie prezentate cu începutul la exterior și cu suportul în afară.

C. CURĂȚIREA SUPRAFEȚELOR PELICULEI

În cursul operațiilor tehnologice ce se efectuează asupra materialelor în laboratoarele de prelucrare a peliculei, se acumulează pe suprafețele peliculelor diferite impurități. Pe emulsie și suport se formează diverse pete de ulei, de substanțe din prelucrare, de amprente etc. și aderă, în mare măsură datorită electricității statice, mult praf din mediul înconjurător.

Pentru ca petele și impuritățile să nu se fotocopieze, este necesar ca materialele primare să fie curățite înainte de copiere.

Curățirea suprafețelor materialelor primare se efectuează cu solvenți organici volatili, cum ar fi de exemplu tetraclorura de carbon, benzenul, neofalina și altele, care dizolvă impuritățile aflate pe peliculă. Lichidele întrebuintate pentru curățirea peliculei trebuie să nu atace gelatina sau suportul, să fie incolore și să nu lase după evaporare nici un fel de urme. Deoarece aceste lichide sînt toxice și de multe ori inflamabile, operația de curățire se execută numai în încăperi speciale prevăzute cu ventilație puternică și cu instalații electrice asigurate împotriva incendiilor.

Curățirea peliculelor se poate face prin două metode : *manuală* și *mecanizată*.

● **Curățirea manuală**, care se mai numește și *ștergere*, se efectuează derulînd încet pelicula și trecînd-o printr-un tampon de pluș moale

îmbibat cu un solvent volatil. Din cînd în cînd curățirea se întrerupe pentru îndepărtarea impurităților acumulate pe pluș și pentru reîmbibarea acestuia cu o nouă cantitate de solvent. Curățirea manuală se utilizează din ce în ce mai puțin, deoarece nu este întotdeauna eficientă, iar productivitatea ei este scăzută. În același timp, această metodă implică un mediu toxic de lucru și pericol de incendii.

● **Curățirea mecanică** se face cu ajutorul unor *mașini speciale*, care sînt de două feluri : *clasice* și *cu ultrasunete*.

Mașinile clasice antrenează pelicula în mod continuu, printr-un sistem de tampoane confecționate dintr-un material moale, îmbibate cu lichidul de curățat. La unele mașini de acest tip curățirea se face cu ajutorul unor perii speciale sau a unor jeturi puternice, lichidul fiind trimis sub presiune la suprafețele peliculei. Ele sînt închise etanș și au o productivitate de 500—800 m/h.

Mașinile cu ultrasunete realizează curățirea peliculei într-o cuvă, în care se află un lichid special, agitat în permanență cu ultrasunete. Ca urmare a propagării undelor de ultrasunete, în masa de lichid apare o multitudine de puncte cu presiune variabilă, ce oscilează între o valoare maximă și una minimă (depresiune). În momentul depresiunii, o parte a lichidului trece în formă gazoasă, luînd naștere un mare număr de bule. Atunci cînd presiunea devine maximă, are loc condensarea parțială a vaporilor de pe suprafețele bulelor

gazoase, care, datorită acestui fapt, se descompun și trec din nou în fază lichidă. Formarea și descompunerea bulelor se desfășoară cu mare rapiditate, procesul depinzînd în principal de frecvența și amplitudinea undelor de ultrasunete, de tensiunea vaporilor lichidului și de temperatura acestuia. Odată cu descompunerea bulelor gazoase, se eliberează energia acumulată la formarea lor. Această energie dă naștere unor unde de șoc, care îndepărtează impuritățile de pe suprafețele peliculei.

Eficiența mașinilor cu ultrasunete este deosebit de mare, iar productivitatea lor depășește 2 000 m/h.

O astfel de mașină este „*Ultrasonic Film Cleaner C.F. 2*”, a cărei *schemă de principiu* este dată în figura 111. Mașina este compusă din sistemul mecanic de trans-

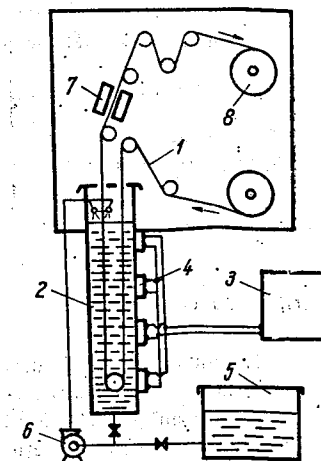


Fig. 111. Schema de principiu a mașinii de curățat cu ultrasunete.

port 1 și din cuva 2, în care se face curățirea peliculei. În cuva 2 se află un lichid special (soluția C.F.2), care este agitat cu ultrasunete emise de generatorul 3 și aplicate prin intermediul vibratorilor ultrasonici 4. Rezervorul 5 și pompa 6 servesc pentru umplerea cuvei cu lichid de curățat. După ieșirea din cuva 2, pelicula trece prin uscătorul cu aer 7, unde se evaporă lichidul, după care se bobinează în caseta receptoare 8.

Rezumat

1. Pregătirea materialelor primare pentru copiere

- | | |
|------------------------------------|---|
| — Fazele pregătirii pentru copiere | <ul style="list-style-type: none"> — montarea starturilor și a amorselor de protecție; — curățirea suprafețelor peliculei; — derularea materialelor; — pregătirea cutiilor goale. |
|------------------------------------|---|

2. Pregătirea materialelor pentru proiectie

- | | |
|--------------------------------------|--|
| — Fazele pregătirii pentru proiectie | <ul style="list-style-type: none"> — scoaterea agrafelor; — montarea starturilor și a amorselor de protecție; — derularea materialelor. |
|--------------------------------------|--|

3. Curățirea suprafețelor peliculei

- | | |
|---|---|
| a) Metode de curățire | <ul style="list-style-type: none"> — manuală; — mecanizată. |
| b) Tipuri de mașini pentru curățirea mecanizată | <ul style="list-style-type: none"> — clasice; — cu ultrasunete. |

Verificarea cunoștințelor

1. Cum se realizează decalajul de 20 de fotograme între imagine și sunet necesar la proiectie pentru copiile pozitive standard?
2. Ce urmări poate să aibă omiterea unor agrafe metalice la pregătirea materialelor pentru proiectie?
3. De ce sînt necesare două feluri de starturi la materialele destinate proiectiei?
4. Cum explicați faptul că impuritățile de pe peliculă sînt îndepărtate mai bine la curățirea cu ultrasunete?

Capitolul XVII

TRATAMENTUL PROFILACTIC ȘI RESTAURAREA PELICULELOR

A. CLASIFICAREA METODELOR DE TRATAMENT PROFILACTIC ȘI DE RESTAURARE A PELICULELOR

În timpul prelucrării și exploatării, peliculele cinematografice se uzează treptat, ceea ce afectează starea suprafețelor și perforațiilor. Pe emulsia și pe suportul peliculelor se produc zgîrieturi și frecături din ce în ce mai accentuate, care influențează negativ calitatea imaginii și sunetului. Deteriorarea perforațiilor face imposibilă exploatarea în continuare a filmelor, deoarece acestea se rup și se distrug cu ușurință în timpul trecerii prin diferitele aparate cinematografice.

La toate aceste defecte cauzate de uzura normală a peliculelor se mai adaugă și alte defecțiuni ce apar datorită nerespectării unor condiții tehnologice de prelucrare sau de păstrare. Din această categorie fac parte deteriorările accidentale ale suprafețelor și perforațiilor, degradarea emulsiei ca urmare a fixării sau spălării incorecte, deformarea și rigidizarea peliculei datorită pierderii umidității remanente și a plastifianților ca rezultat al suprauscării sau al condițiilor climatice incorecte de păstrare, murdărirea suprafețelor peliculei în timpul prelucrării sau exploatării și altele.

Pentru prelungirea duratei de exploatare a filmelor, se întrebunțează următoarele categorii de metode:

— metode de tratament profilactic al peliculelor înainte de intrarea lor în exploatare;

— metode profilactice în timpul efectuării operațiilor tehnologice de prelucrare a peliculei;

— metode de restaurare care se execută asupra peliculelor cu defecțiuni.

B. TRATAMENTUL PROFILACTIC AL PELICULEI

Scopul tratamentului profilactic al suprafețelor peliculei, și în primul rând al emulsiei, este de a limita urmările uzurii filmelor, ceea ce duce la creșterea duratei de exploatare a acestora.

Tratamentul profilactic constă în întinderea pe suprafețele peliculelor a unor straturi incolore de protecție (în majoritate, diverse lacuri), care se aplică de obicei imediat după prelucrarea fotochimică.

Aceste straturi de protecție măresc rezistența mecanică a peliculei la trecerea prin mașinile de copiat și prin aparatele de proiecție și diminuează influența factorilor externi (umiditate, temperatură) asupra planeității și dimensiunilor geometrice ale filmelor. Se obține astfel o mărire a duratei de exploatare a filmelor de până la 100 %.

În cele ce urmează, vom descrie câteva din straturile de protecție utilizate în practică.

- **Stratul din ceară și parafină**, cunoscut de multă vreme, se întrebuițează din ce în ce mai rar datorită faptului că porțiuni din acest strat se desprind cu ușurință și se acumulează pe traiectul aparatului de proiecție.

- **Lacurile pe bază de alcool polivinilic**, care se obțin cu adaos de etilenglicol și formol, se utilizează destul de frecvent pentru protecția peliculei, în special pentru materialele primare. Prezintă avantajul că este solubil în apă, ceea ce permite să fie îndepărtat printr-o simplă spălare.

- **Lacul din cazeină metil-fenilsilicon**, dizolvat în propanol sau rășină sintetică, se folosește de asemenea pe scară largă. Aceste lacuri, cum ar fi de exemplu lacul Covaral, asigură o bună protecție și, în plus, nu acumulează electricitate statică.

- **Lacul pe bază de rășini alchidice**, elaborat în cadrul Laboratorului de cercetare al Centralei „Româniafilm” (patent al ing. Gh. Radu), prezintă o capacitate scăzută la zgirieri, având un coeficient corespunzător de frecare. Acest lac se compune din rășină alchidică vinilată — 70 %, rășină alchidică — 30 %, naftenat sau octoat de cobalt — 1 %, care se amestecă cu o soluție de ceară sau parafină într-un amestec de solvenți (percloretilenă 70 % și tricloretilenă 25 %). Lacul poate fi îndepărtat cu ajutorul unui amestec de percloretilenă și tetraclorură de carbon.

Lacurile de protecție se întind pe suprafețele peliculelor cu ajutorul unor instalații speciale care le aplică în straturi subțiri de grosime constantă.

C. METODE PROFILACTICE ÎN TEHNOLOGIA PRELUCRĂRII PELICULELOR

Buna organizare a procesului tehnologic în cadrul laboratoarelor de prelucrare a peliculei asigură nu numai o calitate ridicată a imaginii și sunetului ci creează și premisele unei durate lungi de exploatare a materialelor prelucrate. De aceea, în laboratoare trebuie să se aplice diverse metode profilactice care să lungească cât mai mult viața peliculelor în procesul de exploatare ulterioară.

Aceste metode profilactice din tehnologia prelucrării peliculei pot fi grupate în două categorii și anume:

- metode de manipulare corectă a peliculei;
- metode pentru asigurarea unor condiții optime în încăperile în care se prelucurează pelicula.

1. Manipularea corectă a peliculei

- Din prima categorie un rol deosebit de însemnat îl are operația de derulare a peliculei, care trebuie să excludă zgirierea sau frecarea suprafețelor bobinelor. Pelicula se derulează în ritm uniform, cu o tensiune moderată, evitându-se schimbarea bruscă a ritmului de derulare. Bobinarea neregulată, sacadată, va produce frecături datorită alunecării relative a buclelor. La control, filmul trebuie ținut cu mîna pe dedesubt, astfel încît să alunece între degetul mare și cel arătător, pelicula fiind întoarsă cu emulsia în sus. Filmul va trebui să fie înfășurat suficient de strîns, deoarece bobina înfășurată slab colectează praf și alte impurități, care la bobinările ulterioare vor produce abraziuni.

- **Lipirea peliculei** este o operație foarte importantă, care necesită mare atenție și îndemînare. Este necesar să se înlăture în totalitate resturile de emulsie rezultate în urma rașchetării, care nu trebuie să rămînă pe suprafața peliculei. Soluția de lipit se întinde numai pe suprafața rașchetată, evitându-se scurgerea ei pe imagine. După terminarea lipirii se impune curățirea cu minuțiozitate a pieselor preseii de lipit, deoarece în caz contrar se produce o coagulare a resturilor de emulsie și soluție de lipit, care deteriorează treptat acest utilaj important.

- **Manipularea peliculei** se face numai cu mînuși albe, confecționate de preferință din fibre artificiale care să nu se scîmoșeze și să nu se electrizeze prin frecare, așa cum sînt de exemplu fibrele din dacron.

De asemenea, este necesar ca toți operatorii să poarte halate și chiar încălțăminte specială.

A doua categorie de metode profilactice utilizate în laboratoare urmăresc realizarea unor condiții optime de protecție a peliculelor în încăperile tehnologice.

2. Asigurarea unor condiții optime în încăperile de lucru

- **Curățenia la toate locurile de muncă** trebuie să fie desăvârșită. Îndepărtarea prafului și impurităților este bine să se facă cu aspiratoarele, de mai multe ori pe zi. Pardoseala, care de regulă trebuie să fie acoperită cu linoleum sau cauciuc, se spală cu regularitate. Pereții, vopșiți în ulei sau cu vopsele pe bază de rășini sintetice, sint de asemenea spălați cel puțin de două ori pe săptămână. O atenție deosebită se acordă curățirii conductelor și corpurilor de iluminat care colectează praful și îi permit să se împrăstie în încăpere.

- **Aerul condiționat** trebuie să fie prezent în toate încăperile unde se lucrează cu pelicula. Condiționarea se poate realiza prin stații centrale sau cu instalații locale. Important este să se asigure un aer filtrat, avînd parametri necesari pentru a asigura planeitatea normală a peliculei (umiditatea relativă $\varphi = 50-60\%$, temperatura $t = 18-20^\circ\text{C}$). Scurgerea curentului de aer pe verticală sau orizontală se cere să se facă laminar pentru a nu împrăstia praful în atmosferă.

- **Preîntîmpinarea formării electricității statice** este o condiție de bază a prelucrării prin care se evită acumularea prafului pe suprafețele peliculei. Sarcinile electrostatice iau naștere datorită frecării peliculei de diferite materiale cu conductibilitate electrică scăzută (role, platane etc.)

O metodă eficientă pentru a evita formarea electricității statice este ionizarea aerului. Cele mai bune rezultate pe plan mondial s-au obținut prin utilizarea de radioizotopi de poloniu 210, incluși în bile minuscule de ceramică, care nu prezintă nici un fel de pericol de iradiere. Aceste bile, fabricate pentru prima dată de către firma 3 M United Kingdom Ltd., au o eficiență maximă în încăperile unde sint plasate, aerul fiind foarte bine ionizat. Datorită acestui fapt sarcinile electrostatice se scurg cu ușurință imediat după formare.

D. ÎNDEPĂRTAREA ZGÎRIETURILOR ȘI FRECĂTURILOR DE PE SUPRAFEȚELE PELICULELOR

- **Îndepărtarea zgîrieturilor și frecăturilor de pe emulsie** se poate face numai dacă acestea nu sint prea adînci. În aceste cazuri, pelicula deteriorată este introdusă într-o soluție specială, ca de exemplu soluțiile de 1% carbonat de potasiu sau de 0,3% amoniac, care provoacă umflarea puternică a gelatinei. Prin umflarea gelatinei se produce astuparea zgîrieturilor fine existente pe emulsie. Pentru a mări eficiența acestei metode, stratul de emulsie, după umflare, este presat suplimentar cu ajutorul unei role cu suprafața bine polisată.

Unele succese se pot obține prin întinderea pe suprafața emulsiei zgîriate a unor lacuri, fabricate special pentru acest scop.

Dacă zgîrieturile de pe emulsie sint foarte accentuate, peliculele respective nu mai pot fi restaurate.

- **Îndepărtarea zgîrieturilor și a frecăturilor de pe suport** se realizează cu mai multă ușurință. Această operație se poate efectua cu bune rezultate prin *polisare* sau *mătuire*, utilizînd în acest scop o mașină specială a cărei schemă este redată în figura 112.

Pelicula bine curățită în prealabil, cu solvenți organici, ajunge pe un disc din cristal 1, cu diametrul de circa 30 cm, care antrenează în mod continuu o soluție specială din chiuveta 2. Această soluție volatilă, compusă de exemplu din acetonă în amestec cu eter etilic, dizolvă stratul superficial al suportului, care astfel se înmoaie. În acest timp, datorită presării efectuată de către disc, zgîrieturile se astupă. După aceasta, pelicula trece peste o serie de role, timp în care soluția de pe suport se evaporă.

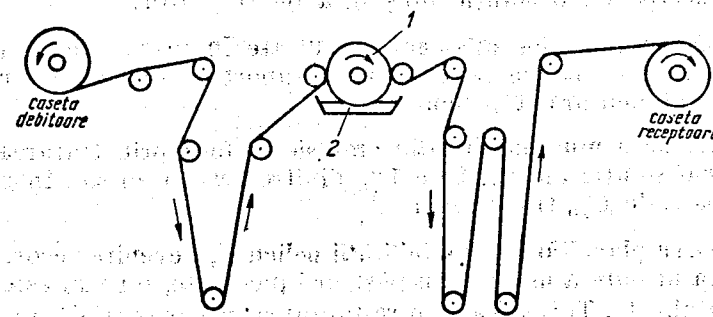


Fig. 112. Schema de principiu a mașinii pentru polisarea și mătuirea peliculei pe suport.

Dacă zgîrieturile nu sînt prea adînci, se utilizează discuri cu suprafața bine polisată. Operația poartă denumirea de *polisare a suportului*.

Dacă zgîrieturile sînt grave, se folosesc discuri cu suprafața mătușită. Această operație, denumită *mătușire a suportului*, formează o structură granulară care se transmite în imaginea materialelor copiate pe cale optică. De aceea, nu se recomandă mătușirea materialelor primare destinate pentru copierea optică. Uneori, pentru atenuarea structurii granulare de pe suport, materialele mătușite sînt supuse ulterior operației de polisare.

Ca și în cazul emulsiei, zgîrieturile de pe suport pot deveni necopiabile dacă se acoperă cu lacuri speciale.

E. ALTE METODE DE RESTAURARE A PELICULEI

● **Repararea perforațiilor și a marginilor deteriorate ale peliculei** se efectuează prin lipirea unor bucăți de suport pe porțiunile stricate. În acest scop, se decupează părțile deteriorate și se face lipirea bucății de suport cu soluție de lipit. Acest gen de reparații se mai face și cu bandă adezivă specială, denumită *scoci*. La montarea bucăților de înlocuire se evită atingerea fonogramei și a imaginii.

● **Îndepărtarea petelor galbene din emulsia peliculelor alb-negru** datorate descompunerii resturilor de tiosulfat de sodiu și de săruri tiosulfurice de argint se efectuează prin oxidarea totală a imaginii argentice (de exemplu cu fericianura de potasiu) și reformarea ei prin reducerea cu o soluție obișnuită de revelator.

● **Îndepărtarea petelor albicioase** rezultate în urma uscării rapide a picăturilor de apă de pe emulsie și suport se realizează printr-o spălare suplimentară a peliculei.

● **Îndepărtarea mușgaiului din emulsie** se face prin tratarea peliculei într-o soluție alcoolică de 1% dinitroclorbenzen sau într-o soluție apoasă de 1% triclorfenolat.

● **Refacerea planeității și flexibilității peliculei**, devenite necorespunzătoare ca urmare a uscării sau păstrării incorecte, nu mai este posibilă în totalitate. Totuși, pentru restaurarea măcar parțială a acestor proprietăți importante ale peliculei se derulează larg bobinele respective și se așază pe niște grile din oțel inoxidabil într-un filmostat

În interiorul filmostatului se introduc tampoane de vată îmbibate cu o soluție formată din acetona 15 g, glicerina 25 g, și apă 60 g. Pelicula se ține în aceste condiții timp de 12—24 ore.

R e z u m a t

1. Clasificarea metodelor de tratament profilactic și de restaurare a peliculelor

- | | | |
|---|---|---|
| — Categorii de metode pentru
prelungirea duratei de exploa-
tare a filmelor | { | — metode de tratament profilactic;
— metode profilactice în tehnologia prelucrării;
— metode de restaurare. |
|---|---|---|

2. Tratamentul profilactic al peliculei

- | | | |
|--------------------------------|---|---|
| — Straturi de protecție uzuale | { | — de ceară și parafină;
— pe bază de alcool polivinilic;
— din cazeină metilfenilsilicon;
— pe bază de rășini alchidice. |
|--------------------------------|---|---|

3. Metode profilactice în tehnologia prelucrării peliculei

- Derularea corectă a peliculei.
- Lipirea curată a peliculelor.
- Manipulare cu mănuși.
- Curățenia la locurile de muncă.
- Aer condiționat în toate încăperile.
- Preîntîmpinarea formării electricității statice.

4. Îndepărtarea zgîrieturilor și frecăturilor de pe suprafețele peliculelor

- | | | |
|--|---|---|
| a) Îndepărtarea zgîrieturilor de
pe emulsie | { | — prin umflarea puternică a gelatinei în soluții speciale
și presare cu role;
— cu lacuri speciale. |
| b) Îndepărtarea zgîrieturilor de
pe suport | { | — prin polisare sau mătușire;
— cu lacuri speciale. |

5. Alte metode de restaurare a peliculei

- Repararea perforațiilor și a marginilor deteriorate ale peliculei.
- Îndepărtarea petelor galbene din emulsie.

- Îndepărtarea petelor albicioase.
- Îndepărtarea mușgaiului.
- Refacerea planității și flexibilității peliculei.

Verificarea cunoștințelor

1. Care categorie de metode pentru prelungirea duratei de exploatare a filmelor este, după părerea dvs., de preferat și de ce?
2. De ce s-a renunțat la utilizarea stratului de protecție format din ceară și parafină?
3. La ce umiditate a aerului are loc o acumulare mai puternică a electricității statice pe filme?
4. În ce mod credeți că acționează radioizotopii de poloniu 210 pentru preîntâmpinarea formării electricității statice?
5. De ce este contraindicată copierea optică a materialelor primare mătuite?
6. Cum se poate reface planitatea și flexibilitatea peliculelor?

Capitolul XVIII

TEHNICA PREPARĂRII SOLUȚIILOR DE PRELUCARE

A. RECEPȚIA SUBSTANȚELOR CHIMICE DESTINATE PREPARĂRII SOLUȚIILOR

Substanțele chimice (chimicalele) destinate preparării soluțiilor de prelucrare sînt supuse, după primirea de la furnizor, recepției calitative. În cadrul acestei recepții, se verifică dacă substanțele primite corespund condițiilor de calitate prevăzute în standarde (STAS) sau în normele interne (N.I.). Fiecare substanță este verificată prin două controale: *chimic* și *sensitometric*.

1. Controlul chimic

Controlul chimic cuprinde două feluri de **determinări** și **anume**:

- *determinarea conținutului substanței de bază* (a purității);
- *determinarea conținutului anumitor impurități*.

● **Determinarea conținutului substanței de bază** se efectuează prin analize chimice și puritatea se exprimă în procente. Rezultatul obținut servește nu numai la aprecierea calității, ci și la calculul cantităților de substanțe ce trebuie introduse în soluție, întrucît rețetele sînt elaborate pentru substanțe pure (100%).

● **Al doilea fel de determinări** sînt de asemenea analize chimice, prin care se află conținutul în procente în care se găsesc unele substanțe chimice ce pot fi prezente ca impurități în chimicalele analizate. Aceste impurități, dacă depășesc anumite concentrații admisibile prevăzute în standarde și norme interne, influențează negativ rezultatele prelucrării fotochimice. Astfel, de exemplu, sulfatul de sodiu utilizat la prepararea revelatorilor negativi alb-negru nu trebuie să conțină mai mult de 1% substanțe alcaline, deoarece în caz contrar valoarea pH-ului revelatorului va fi prea mare.

2. Controlul sensitometric

Controlul sensitometric (fotografic) al chimicalelor constă în încercarea fotografică a substanței ce se recepționează în comparație cu aceeași substanță primită anterior, care este socotită etalon datorită calității sale corespunzătoare. Pentru aceasta se prepară două soluții: una cu substanța care este supusă verificării și alta cu substanță etalon. Restul substanțelor componente prevăzute de rețetă sînt identice în ambele soluții. Se prelucrează apoi în paralel două sensitograme (sau scale) expuse pe aceeași peliculă și în aceleași condiții. Una dintre sensitograme se prelucrează în soluția cu substanța ce se verifică, iar cealaltă sensitogramă — în soluția ce conține substanța etalon. Celelalte soluții de prelucrare și regimurile de lucru (durată, temperatură, agitare etc.) sînt identice la prelucrarea ambelor sensitograme. Sensitogramele se măsoară la densitometru, iar rezultatele sensitometrice obținute (γ , D_c , D_o) se compară.

Dacă rezultatele controalelor chimic și sensitometric sînt bune, loturile de chimicale încercate sînt declarate corespunzătoare și se admite utilizarea lor la prepararea soluțiilor.

B. INSTALAȚIILE ȘI TEHNOLOGIA GENERALĂ A PREPARĂRII SOLUȚIILOR

Prepararea soluțiilor se face în încăperi speciale, cu o hidroizolație corespunzătoare, bine ventilate, în care sînt montate instalațiile necesare acestei operații. Încăperile pentru prepararea revelatorilor trebuie să fie separate de cele destinate preparării soluțiilor de fixaj și înălbire.

Prepararea se efectuează în bazine din material plastic cu capacități diferite, cuprinse între 200 și 1 000 l, cu o anumită periodicitate în funcție de consumul soluției respective în producție.

● În figura 113 este prezentată schema unei instalații pentru prepararea industrială a soluțiilor de prelucrare.

În bazinul 1 se introduce inițial o cantitate de apă caldă, a cărei temperatură se reglează la valorile prevăzute de tehnologie, cu ajutorul robinetelor 3 și 4. Substanțele se dizolvă pe rînd, în cantitățile menționate în rețetă, pe o sită de vinoplast 2, pe suprafața căreia se află o pînză de filtrare. Dizolvarea unora dintre substanțe se poate efectua și în vase separate, cu capacitate mai redusă, după care soluțiile rezultate se introduc în bazin tot prin sita 2.

Agitarea soluției pentru omogenizare se face circulînd-o cu pompa 5, robinetele 6 și 9 fiind deschise. Se recomandă ca agitarea revelatorilor să se facă cu un agitator cu elice 12.

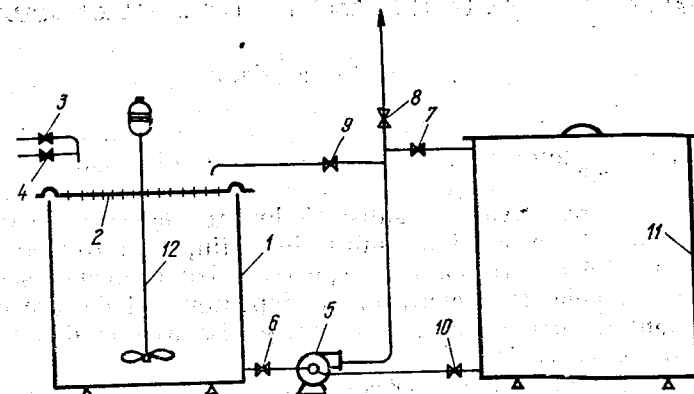


Fig. 113. Schema unei instalații de preparare a soluțiilor.

După dizolvarea tuturor substanțelor și omogenizare, soluția este lăsată un timp, pentru a căpăta temperatura încăperii. Apoi se completează nivelul soluției cu apă rece pînă la un semn prestabilit și apoi se efectuează o nouă omogenizare. În continuare, din soluția proaspăt preparată se iau probe care se supun controlului chimic, pentru determinarea concentrațiilor substanțelor componente. Dacă se constată că valorile concentrațiilor substanțelor nu corespund celor prevăzute în rețetă, se iau măsuri de remediere a erorilor fie prin diluare, fie prin dizolvarea suplimentară a unor cantități de chimicale. În final, soluția preparată este trecută cu ajutorul pompei 5 în bazinul de depozitare 11, deschizîndu-se pentru această operație robinetele 6 și 7. Ulterior soluția se trimite, pe măsura necesităților, în bazinul de presiune tot prin intermediul pompei 5, prin deschiderea robinetelor 10 și 8.

La prepararea soluțiilor trebuie să se respecte următoarele condiții:

- temperatura apei trebuie să nu depășească limita stabilită;
- cîntărirea substanțelor să se facă cu mare precizie;
- substanțele să se dizolve în ordinea prevăzută de rețetă;
- să nu se treacă la dizolvarea unei substanțe pînă nu s-a dizolvat complet cea precedentă;
- soluția preparată să se omogenizeze și să se filtreze bine.

C. PARTICULARITĂȚILE DE PREPARARE ALE PRINCIPALELOR SOLUȚII

1. Soluții de revelator

Soluțiile de revelatori trebuie să fie preparate cu mare atenție, deoarece acestea determină în cel mai înalt grad rezultatele prelucrării.

Pentru evitarea oxidării substanțelor revelatoare, acestea se dizolvă într-o soluție slabă de sulfat de sodiu, luat din cantitatea de sulfat cântărită pentru soluția respectivă. Tot în același scop este necesar ca bazinele de preparare, de depozitare și de presiune să fie permanent acoperite cu capace etanșe, iar apa la dizolvare nu trebuie să depășească 50°C.

La unii revelatori există pericolul precipitării substanțelor revelatoare. În scopul evitării acestui fenomen se iau unele măsuri speciale. Astfel, la revelatorul SD-30 destinat pentru prelucrarea peliculei negative Eastman-color, substanța revelatoare CD-3 se dizolvă la sfârșit, într-un vas separat, și se introduce treptat în bazinul de preparare, în care se află toate celelalte substanțe. În timpul introducerii soluției de CD-3 revelatorul se agită puternic, iar nivelul său în bazin nu trebuie să fie mai mic de 80—90% față de volumul final.

2. Soluții de fixare

Soluțiile de fixare nu necesită precauții deosebite în tehnologia preparării, care decurge conform regulilor generale.

Menționăm totuși că tiosulfatul de sodiu, care se folosește aproape în exclusivitate ca substanță de fixare, se dizolvă cu absorbție de căldură. Din această cauză, pentru dizolvarea lui, se utilizează apă cu temperatură mai ridicată (80—90°C).

La soluțiile de stop-fixaj, întrebuintate la procesele color, acidul acetic concentrat se diluează mai întâi într-un vas separat și abia după aceea se introduce treptat, prin agitare, în bazinul de preparare. În caz contrar, pH-ul fixajului va coborî prea mult în anumite zone ale soluției, ceea ce va duce la o sulfurizare parțială a tiosulfatului.

3. Soluții de înălbire

Soluțiile de înălbire se prepară în conformitate cu regulile generale și nu prezintă dificultăți deosebite.

4. Soluții de revelatori pentru fonograma color

Revelatorii pentru redeveloparea fonogramei color au în compoziția lor un produs pe bază de celuloză, cum ar fi de exemplu cellinul, care servește la obținerea viscozității necesare. Cellinul se înmoaie în prealabil în circa 1/3 din volumul de apă necesar pentru prepararea revelatorului, iar în restul de apă se dizolvă separat celelalte substanțe componente. După aceasta, soluția obținută se amestecă treptat cu cellinul înmuiat, până la omogenizare, într-un malaxor.

Rezumat

1. Recepția substanțelor chimice destinate preparării soluțiilor

- | | | |
|---|---|---|
| a) Controlul chimic | { | — determinarea purității;
— determinarea conținutului anumitor impurități. |
| b) Controlul sensitometric (fotografic) | { | — prepararea a două soluții: una cu substanțe ce se verifică și alta cu substanța etalon;
— prelucrarea a câte-o sensitogramă în cele două soluții și compararea rezultatelor. |

2. Instalațiile și tehnologia generală a preparării soluțiilor

- | | | |
|------------------------|---|---|
| a) Locul preparării | { | — încăperi speciale;
— în bazine din vinoplast cu sistem de agitare. |
| b) Regulile preparării | { | — temperatură adecvată a apei;
— cântărirea exactă a chimicalelor;
— dizolvare în ordinea din rețetă;
— nu se trece la dizolvarea unei substanțe până ce nu s-a dizolvat substanța precedentă;
— omogenizare și filtrare obligatorii. |

3. Particularitățile de preparare ale principalelor soluții

- | | | |
|------------------------------------|---|---|
| a) Revelatorii | { | — dizolvare în soluție de sulfat;
— capace etanșe la bazine;
— evitarea precipitării CD-3 în revelatorul SD-30. |
| b) Fixajele | { | — apă cu temperatură mai mare;
— evitarea sulfurizării la fixajele acide. |
| c) Revelatorii pentru redevelopare | { | — înmuierea cellinului;
— dizolvare separată a componentelor;
— omogenizare în malaxor. |

Verificarea cunoștințelor

1. De ce credeți că alături de controlul chimic al calității substanțelor destinate preparării soluțiilor mai este necesar și controlul sensitometric?
2. Ce s-ar întâmpla dacă nu s-ar respecta ordinea de dizolvare a substanțelor?
3. Din ce motive se cere ca fiecare substanță să se dizolve complet și abia pe urmă să se treacă la dizolvarea substanței următoare?
4. Care este cauza pentru care se cere ca apa utilizată la prepararea fixajelor să aibă o temperatură mai ridicată?

Capitolul XIX

CONTROLUL CHIMIC AL SOLUȚIILOR PENTRU PRELUCRAREA PELICULEI

A. IMPORTANȚA ȘI CONȚINUTUL CONTROLULUI CHIMIC

Efectul fotografic depinde nu numai de expunerea peliculelor fotosensibile (la filmare sau la copiere), ci și de modul în care se efectuează prelucrarea fotochimică a acestora. Așa cum s-a arătat în Capitolul I, rezultatele prelucrării depind în mare măsură de activitatea chimică a soluțiilor, adică de tipul și concentrațiile substanțelor chimice utilizate.

Pentru ca rezultatele prelucrării fotochimice să fie constante, este necesar ca activitatea chimică a tuturor soluțiilor să nu se modifice în timp, ceea ce se obține prin menținerea concentrațiilor substanțelor componente în limitele toleranțelor admisibile. În vederea realizării acestei cerințe tehnologice esențiale, se efectuează un control chimic riguros al soluțiilor atât la prepararea lor, cât și în timpul producției.

Controlul chimic, după preparare și pe parcursul prelucrării, se efectuează periodic determinând concentrațiile majorității substanțelor componente și pH-ul soluțiilor. Datele obținute servesc pentru ca, în eventualitatea unor abateri de la rețetele standard, să se ia măsuri tehnologice operative de lichidare a acestora.

Metodica executării controlului chimic al proceselor cuprinde următoarele faze principale: *prelevarea probelor, executarea analizelor, înregistrarea și interpretarea rezultatelor.*

● **Prelevarea probelor** se face direct din cuvele mașinilor de dezvoltat, cu ajutorul unor vase curate, clătite în prealabil cu soluția respectivă. Pentru asigurarea omogenității soluțiilor, probele se iau după ce sistemul de circulație al mașinii a funcționat cel puțin 30 minute.

● **Executarea analizelor** are loc în laboratorul de chimie dotat cu instalațiile, aparatura și reactivii necesari, după metode analitice specifice fiecărei substanțe componente.

● **Înregistrarea și interpretarea rezultatelor.** Rezultatele analizelor se înscriu într-un registru de control pentru fiecare proces în parte. Aprecierea lor se face comparând rezultatele obținute cu valorile etalon ale concentrațiilor și pH-ului, stabilite anterior. În caz de abateri de la valorile etalon, ce depășesc toleranțele admisibile, se stabilesc intervențiile necesare pentru restabilirea echilibrului chimic (vezi D).

Toate metodele de determinare a concentrațiilor substanțelor componente din soluțiile de prelucrare sînt metode din chimia analitică cantitativă. Principiul majorității acestor metode constă în faptul că substanța analizată aflată într-un volum bine determinat de soluție de prelucrare se combină cu un reactiv specific aflat într-o altă soluție a cărei concentrație este cunoscută cu precizie (soluție titrată). Sfîrșitul reacției se evidențiază fie cu ajutorul unui indicator optic (o substanță martor care își schimbă culoarea la punctul de echivalență), fie pe cale electrochimică (se modifică brusc potențialul soluției, moment ce poate fi observat pe scala unui potențiometrul). Știind volumul soluției de prelucrare luat pentru determinare, volumul de soluție titrată consumată de reacție și concentrația acesteia se calculează concentrația substanței analizate.

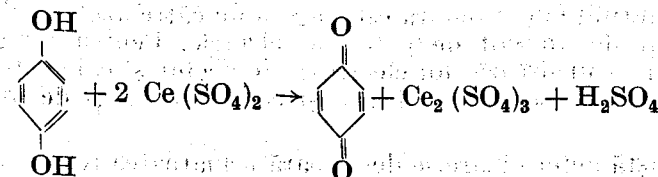
B. DETERMINAREA CONCENTRAȚIILOR SUBSTANȚELOR COMPONENTE DIN REVELATORI

La revelatori se determină concentrațiile următorilor componenți: substanțele revelatoare (hidrochinonă, metol, fenidon, TSS, CD-2 și CD-3), sulfitul, carbonatul, bromura, hidroxilamina, alcoolul benzoic etc. De asemenea se află și valoarea pH-ului soluțiilor de revelatori.

În continuare vom expune *principiile cîtorva metode mai uzuale de analiză*.

● **Determinarea hidrochinonei.** Hidrochinona se extrage din revelator cu un solvent organic (de exemplu acetat de etil) în mediu acid. În extractul obținut se introduce treptat soluție de sulfat ceric pînă ce indicatorul optic (feroina) își modifică culoarea, ceea ce corespunde cu sfîrșitul reacției (toată hidrochinona existentă în extract s-a consumat).

Oxidarea hidrochinonei are loc după următoarea reacție chimică :

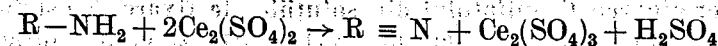


Cunoscînd cît revelator s-a luat, cîtă soluție titrată s-a consumat și ce concentrație a avut sulfatul ceric, se calculează concentrația hidrochinonei.

● **Determinarea metolului.** Metolul împreună cu hidrochinona se extrag cu un solvent organic în mediu ușor alcalin (pH = 8,2). Extractul se titrează cu soluție titrată de acid percloric în prezența unui indicator optic (tropeolin OO). În reacție intră numai metolul, deoarece are caracter bazic. Hidrochinona nu se combină cu acidul percloric pentru că este o substanță neutră.

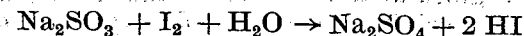
● **Determinarea substanțelor revelatoare color TSS, CD-2 și CD-3.** Aceste substanțe se extrag din revelator cu cloroform și apoi se titrează cu soluție titrată de sulfat ceric în prezența feroini.

Reacția chimică de principiu este următoarea :

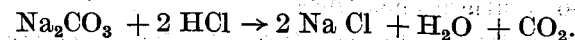


● **Determinarea sulfitului.** Sulfitul de sodiu din revelatori se determină prin titrare cu o soluție de iod în mediu acid. Ca indicator se utilizează o soluție slabă de amidon, care își schimbă culoarea din albastru în incolor în punctul de echivalență.

Reacția este următoarea :



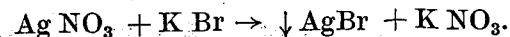
● **Determinarea carbonatului.** Carbonatul de sodiu sau de potasiu din revelator se titrează cu o soluție de acid clorhidric cu concentrație cunoscută, în prezența unui indicator optic (metiloranj sau fenoltaleină). Are loc următoarea reacție de neutralizare :



● **Determinarea bromurii.** Bromura de potasiu sau de sodiu aflată în proba de revelator se precipită cu o soluție titrată de azotat de

argint. Punctul de echivalență al reacției, adică momentul în care întreaga cantitate de bromură este legată de către azotatul de argint, este marcat de un salt de potențial electric. Pentru înregistrarea acestui salt se utilizează doi electrozi (de argint și calomel) aflați în timpul titrării în soluția analizată și care sunt legați de un potențiomtru.

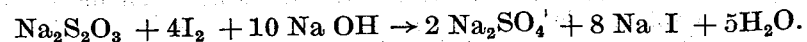
La această determinare se desfășoară următoarea reacție :



● **Determinarea H-ului.** În soluția care se analizează se introduc doi electrozi : unul de sticlă și altul de calomel. Cei doi electrozi sunt legați la un potențiomtru (denumit H-metru) a cărui scală este marcată în unități de H. Diferența de potențial dintre electrozi este amplificată și citită pe scala instrumentului. Acest aparat se utilizează pentru determinarea pH-ului tuturor soluțiilor de prelucrare (revelatori, fixaje, înălbitori etc.).

C. DETERMINAREA CONCENTRAȚIILOR SUBSTANȚELOR COMPONENTE DIN SOLUȚIILE AUXILIARE

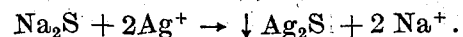
● **Determinarea tiosulfatului din soluțiile de fixare.** Tiosulfatul de sodiu dintr-un volum cunoscut de fixaj se titrează cu o soluție de iod în prezența amidonului ca indicator. Reacția chimică a oxidării tiosulfatului este :



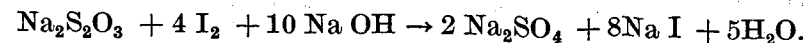
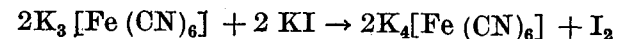
● **Determinarea argintului din soluțiile de fixare.** Metoda se bazează pe combinarea argintului din soluția de fixare cu sulfură de sodiu și formarea unui precipitat de sulfură de argint de culoare brună, a cărei intensitate este măsurată cu ajutorul unui instrument special denumit colorimetru. Intensitatea colorației depinde de cantitatea de sulfură de argint precipitată, care la rândul său este proporțională cu concentrația argintului din fixaj.

Pentru menținerea în suspensie a precipitatului de sulfură, reacția are loc într-o soluție de gelatină.

La această determinare se desfășoară următoarea reacție chimică :



● **Determinarea fericianurei din soluțiile de înălbire.** Fericianura de potasiu din soluția de înălbire este tratată cu iodură de potasiu și iodul rezultat se titrează cu o soluție titrată de tiosulfat de sodiu. Au loc reacțiile :



După un calcul relativ mai complicat se determină concentrația fericianurii de potasiu.

D. TEHNOLOGIA MENȚINERII ECHILIBRULUI CHIMIC AL PROCESELOR DE PRELUCRARE

Menținerea echilibrului chimic al soluțiilor utilizate în procesele prelucrării fotochimice se realizează în trei etape principale :

- *controlul chimic al soluțiilor ;*
- *interpretarea rezultatelor*
- *adoptarea măsurilor tehnologice necesare.*

1. Controlul chimic

Controlul chimic se efectuează în conformitate cu metodele descrise în acest capitol. Periodicitatea analizelor și toleranțele admisibile ale rezultatelor se stabilesc în funcție de influența pe care o exercită soluția sau substanța analizată asupra procesului de prelucrare și de gradul de stabilitate al soluției respective.

În tabela 24 este prezentată spre exemplificare o variantă a periodicității controlului chimic și toleranțelor admisibile în care se permite variația concentrațiilor substanțelor și pH-ului soluțiilor de prelucrare pentru unele procese alb-negru și color.

2. Interpretarea rezultatelor

Interpretarea rezultatelor se începe prin compararea valorilor concentrațiilor substanțelor componente și ale H-ului soluțiilor obținute prin analize cu valorile prevăzute în rețete, ținând seama de

Tabela 24

Periodicitatea controlului chimic și toleranțele admisibile ale rezultatelor

Obiectul analizei	Procesul de prelucrare	Soluția	Periodicitatea				Toleranța
			A	B	C	D	
Bromura de sodiu sau potasiu	negativ a/n	revelator	x				± 15 %
	negativ color	revelator		x			± 5 %
	pozitiv a/n	revelator			x		± 5 %
	pozitiv color	revelator		x			± 10 %
Substanțele revelatoare cromogene	negativ color	revelator		x			± 4 %
	pozitiv color	revelator		x			± 4 %
Hidrochinona	negativ a/n	revelator				x	± 10 %
	pozitiv a/n	revelator				x	± 10 %
Metolul	negativ a/n	revelator				x	± 10 %
	pozitiv a/n	revelator				x	± 10 %
Sulfitul de sodiu	negativ a/n	revelator				x	± 10 %
	negativ color	revelator				x	± 10 %
	pozitiv a/n	revelator				x	± 10 %
	pozitiv color	revelator				x	± 10 %
Carbonatul de sodiu sau potasiu	negativ color	revelator			x		± 5 %
	pozitiv a/n	revelator			x		± 5 %
	pozitiv color	revelator			x		± 5 %
Tiosulfatul de sodiu	toate procesele	fixaje				x	± 10 %
Argintul	toate procesele	fixaje				x	± 10 %
Fericianura de potasiu	proces color	inhibitori				x	± 10 %
H	negativ a/n	revelator	x				± 0,05 %
	negativ color	revelator	x				± 0,05 %
	pozitiv a/n	revelator		x			± 0,10 %
	pozitiv color	revelator	x				± 0,05
	toate procesele	fixaje				x	± 0,20

Notă: A = de două ori pe zi

B = o dată pe zi

C = o dată la două zile

D = o dată pe săptămână.

fiecare dată de toleranțele admisibile. Dacă valorile rezultate în urma controlului chimic se încadrează în cîmpul de toleranțe, situația este considerată normală și nu se iau nici un fel de măsuri. Dacă valorile obținute ies din cîmpul de toleranțe, se iau măsuri tehnologice pentru îndreptarea situației.

Înainte de a acționa asupra soluțiilor, în special în cazul revelatorilor, este indicat să se consulte și rezultatele controlului sensitometric, care trebuie să concorde cu datele obținute prin controlul chimic.

3. Măsuri tehnologice

Măsurile tehnologice ce se iau asupra soluțiilor de prelucrare pentru restabilirea echilibrului chimic sînt următoarele:

- modificarea vitezei de dozare;
- modificarea compoziției soluției de compensare;
- intervenții directe asupra soluției de bază.

● **Modificarea vitezei de dozare** este măsura tehnologică cea mai simplă și cea mai indicată. Această metodă de lucru se utilizează în cazurile cînd în compoziția soluțiilor de bază din mașinile de dezvoltat are loc schimbarea concomitentă în sensuri diferite a concentrațiilor substanțelor ce se consumă și respectiv a substanțelor ce se acumulează (vezi cap. I, E). De exemplu, dacă la un revelator pozitiv alb-negru se constată o scădere a concentrațiilor metolului, hidrochinonei, sulfitalui, carbonatului și H-ului și în același timp o creștere a concentrației bromurii este necesar să se mărească viteza de dozare.

● **Modificarea compoziției soluției de compensare** se efectuează atunci cînd nu se poate obține rezultatul dorit prin schimbarea vitezei de dozare. De exemplu, dacă într-un revelator se constată concentrații mărite atât la substanțele revelatoare cît și la bromură, se impune schimbarea raportului în care intră aceste două categorii de substanțe în soluția de compensare.

● **Intervenții directe asupra soluției de bază** din mașina de dezvoltat se fac numai în cazuri extreme și constau în corectarea concentrațiilor substanțelor componente, prin adăugarea unora sau prin diluare și reechilibrare completă.

De exemplu, dacă în mod accidental a intrat prea multă soluție de compensare în mașină și activitatea chimică a crescut cu mult peste normal, soluția de bază se diluează și apoi se adaugă o cantitate de bromură.

Rezumat

1. Importanța și conținutul controlului chimic

- a) *Conținutul controlului chimic* — determinarea concentrațiilor substanțelor componente și a pH-ului soluțiilor.
- b) *Fazele controlului chimic* { — prelevarea probelor; — executarea analizelor; — înregistrarea și interpretarea rezultatelor.

2. Determinarea concentrațiilor substanțelor componente din revelatori

- *Analizele revelatorilor* { — Hidrochinonă, metol, TSS, CD-2 CD-3, sulfat, carbonat, bromură, pH.

3. Determinarea concentrațiilor substanțelor componente din soluțiile auxiliare

- *Analizele soluțiilor auxiliare* { — Tiosulfatul și argintul din fixaje; — Fericianura din înălbitori.

4. Tehnologia menținerii echilibrului chimic al proceselor de prelucrare

- *Măsurile tehnologice pentru restabilirea echilibrului chimic* { — modificarea vitezei de dozare; — modificarea compoziției soluției de compensare; — intervenții directe asupra soluției de bază.

Verificarea cunoștințelor

1. Care este principiul care stă la baza determinării analitice a concentrațiilor substanțelor din soluțiile de prelucrare?
2. Cum se separă substanțele revelatoare de restul revelatorului?
3. În ce mod se află sfârșitul reacției (punctul de echivalență) la metoda de determinare a bromurii?
4. Ce măsură tehnologică trebuie să se ia dacă se constată că în soluția de bază a revelatorului a scăzut concentrația bromurii iar concentrațiile celorlalte substanțe au crescut?
5. În ce cazuri se intervine asupra compoziției soluției de compensare?

Capitolul XX

CONTROLUL SENSITOMETRIC AL PROCESELOR DE PRELUCRARE A PELICULEI

A. IMPORTANȚA ȘI CONȚINUTUL CONTROLULUI SENSITOMETRIC ȘI LEGĂTURA SA CU CONTROLUL CHIMIC

Controlul chimic al proceselor de prelucrare a peliculei este un *control parțial*. El se limitează doar la determinarea analitică a concentrațiilor substanțelor și H-ului soluțiilor de prelucrare, adică la cunoașterea în fiecare moment a modului în care acționează factorii chimici analizați.

După cum se știe însă, rezultatele proceselor de prelucrare depind nu numai de factorii chimici care se controlează, ci și de o serie de factori fizici (temperatura și agitarea soluțiilor, condițiile de uscarea etc.), precum și de unii factori chimici care scapă controlului obișnuit (acumularea produșilor de oxidare ai substanțelor revelatoare, impurificarea întimplătoare a soluțiilor cu unele substanțe etc.). Din aceste motive se impune ca o cerință obligatorie utilizarea, în paralel cu controlul chimic, a unui control global al efectului fotografic rezultat în urma prelucrării fotochimice. Acest control global, care se realizează prin metode sensitometrice obiective, poartă denumirea de control sensitometric.

Controlul sensitometric asigură cunoașterea modului în care se prezintă și evoluează efectul fotografic final, exprimat în valori ale caracteristicilor sensitometrice (densitate, factor de contrast, voal etc.), care constituie o rezultantă a tuturor factorilor de influență, atât de natură chimică cât și fizică.

Rezultatele controlului sensitometric trebuie corelate permanent cu rezultatele controlului chimic. Astfel, în cazurile în care în urma controlului sensitometric se constată o dereglare a procesului, se cercetează mai întâi datele controlului chimic privitoare la concen-

trațiile substanțelor și a H-ului soluțiilor și în primul rând ale revelatorului. Dacă acestea sînt în limitele toleranțelor admisibile, se studiază apoi factorii care nu fac obiectul controlului chimic pentru a găsi cauza dereglării procesului.

Aplicarea controlului sensitometric al proceselor de prelucrare a peliculei cinematografice impune prezența aparaturii speciale pentru încercări (sensitometre și densitometre) și a personalului tehnic necesar acestui scop.

B. EFECTUAREA CONTROLULUI SENSITOMETRIC AL PROCESELOR DE PRELUCRARE

Controlul sensitometric al proceselor se efectuează prin prelucrarea în mașinile de dezvoltat a unor teste de peliculă expusă în condiții standard. În funcție de natura testelor, controlul sensitometric se poate face în două moduri:

- prin prelucrare de sensitograme;
- prin prelucrare de scale.

1. Controlul sensitometric cu sensitograme

Controlul sensitometric cu sensitograme se face prin prelucrarea periodică de sensitograme expuse pe sortimentul respectiv de peliculă virgină, dintr-o singură turnare, păstrată special pentru acest scop. Sensitogramele se prelucrează de regulă în aceleași condiții de fiecare dată. După prelucrare se face citirea densităților tuturor plajelor și se trasează curbele caracteristice. În final, se determină valorile caracteristicilor sensitometrice stabilite pentru procesul respectiv de prelucrare. Valorile obținute se compară cu valorile etalon fixate în prealabil și se calculează diferențele pentru fiecare caracteristică în parte.

Controlul cu sensitograme este mai complet, întrucit permite determinarea tuturor caracteristicilor sensitometrice (sensibilitate, factor de contrast sau gradient, latitudine, voal etc.). În același timp, acest control prezintă dezavantajul că necesită un volum mai mare de lucru, ceea ce scade din operativitate.

2. Controlul sensitometric cu scale

Controlul sensitometric cu scala este mai simplu și mai operativ, însă oferă un număr mai redus de informații asupra proceselor.

Deși datele oferite de scale se referă în mod direct numai la evoluția sensibilității și voalului, se pot trage totuși unele concluzii indirecte și asupra altor caracteristici, ca de exemplu asupra contrastului. Pentru efectuarea acestui control se copiază în condiții riguroase constante o scală negativă pe o bobină întreagă de peliculă virgină, ce se prelucrează în mod curent în procesul respectiv.

Scalele negative se obțin prin filmarea, în condiții corecte de expunere, a unei scale alb-negru sau color de dimensiuni mari. Din bobina expusă se extrage periodic câte o bucată de peliculă care este prelucrată în condiții standard în mașina de dezvoltat. Se citesc apoi una sau două densități din scala dezvoltată. Scalele se apreciază totodată și pe cale vizuală în comparație cu scala etalon și cu scalele dezvoltate mai înainte.

○ Trebuie menționat că întrebuințarea metodei subiective de apreciere dă rezultate bune, întrucit ochiul omenesc are capacitatea de a sesiza foarte ușor, prin comparație, diferențele de densitate și culoare.

În figura 114 sînt redată schematic două tipuri de scale (scala normală și scala cu buline) utilizate în mod curent pentru controlul sensitometric al proceselor alb-negru și color. După cum se poate constata din figură, scalele cuprind grupaje de câteva plaje cu den-

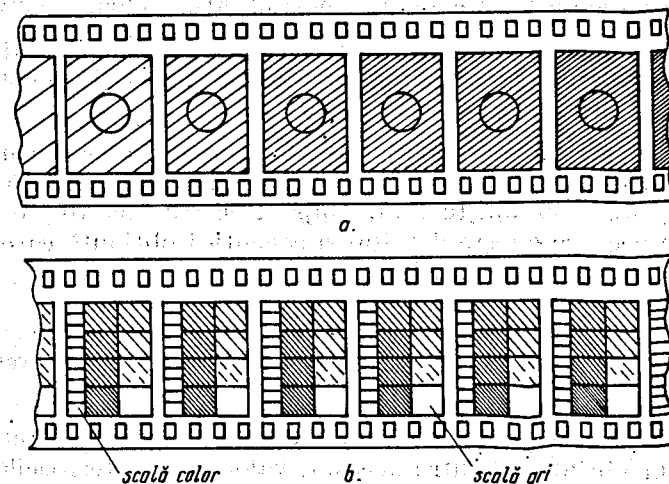


Fig. 114. Scale utilizate pentru controlul sensitometric:

a — scală cu buline pentru controlul proceselor alb-negru; b — scală normală pentru controlul proceselor color.

sitați diferite, fiecare grupaj fiind amplasat pe cite o fotogramă pentru a permite copierea scalei pe mașini cu mers sacadat. Uneori scala color cuprinde, alături de plăjele de control, imaginea unei actrițe sau unui actor filmați în prim plan, care servește la aprecierea modului în care pelicula redă fețele omenesti.

3. Principalele procese de prelucrare supuse controlului sensitometric

În continuare, ne vom referi la unele aspecte concrete ale controlului sensitometric ce se efectuează în laboratoarele de prelucrare a peliculei pentru principalele procese.

- Controlul proceselor de prelucrare a negativelor de imagine se execută numai pe bază de sensitograme care se introduc în mașina de dezvoltat o dată pe zi. Se trasează curbele caracteristice și se determină γ , două densități de control, D_{c1} și D_{c2} , densitatea maximă D_{max} și densitatea voalului D_0 .

- La procesele de prelucrare a peliculelor pozitive și de contratipare controlul se efectuează atât cu sensitograme, cit și cu scale. Pe baza sensitogramelor, care se prelucrează mai rar, se determină γ , D_{c1} , D_{c2} și D_0 . La scale se citește două densități de control D_{c1} și D_{c2} care oferă indicii asupra evoluției sensibilității și chiar a contrastului.

- Procesele reversibile se verifică pe cale sensitometrică atât global (sensitogramele parcurg întregul proces), cit și parțial (se controlează separat dezvoltarea I și dezvoltarea a II-a).

- Redveloparea fonogramei la procesul pozitiv color se controlează cu bucăți de peliculă alb-negru pe care se află, înregistrată și dezvoltată în prealabil liniște lată. După trecerea acestor teste prin întregul proces, se citește densitatea argentică obținută care se compară cu valoarea etalon.

C. INTERPRETAREA REZULTATELOR CONTROLULUI SENSITOMETRIC

După citirea sensitogramelor și scalelor se trece la interpretarea rezultatelor obținute. Pentru aceasta, valorile caracteristicilor determinate (densități de control, factor de contrast sau gradient, densitatea voalului etc.) se compară, după cum s-a mai arătat, cu valorile etalon ale aceluiași caracteristici stabilite anterior. Se calculează apoi

diferențele față de etalon și se verifică dacă acestea se înscriu sau nu în limitele toleranțelor admisibile.

În tabela 25 sînt prezentate spre exemplificare valorile etalon aproximative și toleranțele admisibile de variație ale citorva caracteristici sensitometrice, utilizate în practica unor laboratoare de prelucrare a peliculei.

În funcție de mărimea abaterilor față de etalon se pot întîlni trei cazuri diferite care implică măsuri tehnologice specifice.

- Dacă rezultatele controlului sensitometric se încadrează în limitele toleranțelor admisibile, rezultă că procesele de prelucrare funcționează normal și deci activitatea trebuie continuată fără nici un fel de intervenție.

- Dacă toleranțele admisibile sînt depășite într-o proporție neînsemnată, iar aceste depășiri sînt în același sens, se stabilesc corecții

Tabela 25

Valorile etalon aproximative și toleranțele admisibile de variație a caracteristicilor sensitometrice pentru unele procese de prelucrare

Procesul de prelucrare	Caracteristica sensitometrică	Valoarea aproximativă	Toleranța admisibilă
Negativ alb/negru	γ	0,65	$\pm 0,03$
	D_{c1}	0,70	$\pm 0,02$
	D_{c2}	1,50	$\pm 0,03$
	D_0	0,25	$\pm 0,02$
Pozitiv alb/negru	γ	2,70	$\pm 0,10$
	D_c	1,00	$\pm 0,05$
Pozitiv color	γ	3,00	$\pm 0,10$
	D_c	1,00	$\pm 0,03$
Dup-pozitiv	γ	1,40	$\pm 0,10$
	D_c	1,50	$\pm 0,10$
Dup-negativ	γ	0,65	$\pm 0,05$
	D_c	1,20	$\pm 0,10$
Redveloparea fonogramei	D_{Ag}	1,00	$\pm 0,05$

pentru procesele respective. Corecțiile, care se dau în plus sau în minus asupra timpului de dezvoltare și mai rar asupra temperaturii revelatorului, se aplică în mod automat pentru toate lucrările ce se vor prelucra până la viitorul control. Stabilirea valorii corecțiilor se poate face mai ușor dacă se întrebuintează curbele $\gamma = f(t_{dev})$ și $D_c = f'(t_{dev})$.

De exemplu, dacă la procesul de prelucrare a peliculei dup-pozitiv (lavandă) s-a înregistrat o depășire a toleranțelor admisibile de $\Delta\gamma = +0,08$ și $\Delta D_c = +0,13$, trebuie să se micșoreze timpul de dezvoltare cu aproximativ o jumătate de minut ($\Delta t_{dev} \approx 30$ s). În același timp este necesar să se verifice rezultatele controlului chimic și dacă se constată anomalii, se iau măsuri de îndreptare.

● Dacă depășirea toleranțelor admisibile este foarte mare sau modificările sensibilității (apreciată prin D_c) și contrastului (exprimat prin γ sau $-g$) sînt importante și în sensuri opuse, producția este oprită imediat. Se repetă mai întii controlul și dacă rezultatele anterioare se reproduc, se stabilesc cauzele dereglării, care de cele mai multe ori sînt de natură chimică. Pentru redresarea situației se fac de obicei intervenții directe asupra compoziției soluțiilor de prelucrare și în special asupra revelatorului. În cazul în care cauzele dereglării sînt de natură fizică, se remediază instalațiile defecte, ca de exemplu instalația de termostatare sau sistemul de agitare a soluțiilor.

Rezumat

1. Importanța și conținutul controlului sensitometric și legătura sa cu controlul chimic

- | | | |
|----------------------------|---|---|
| a) Controlul chimic | { | — control parțial al prelucrării;
— determinarea concentrațiilor și H-ului soluțiilor. |
| b) Controlul sensitometric | { | — control global al prelucrării;
— determinarea efectului fotografic. |

2. Efectuarea controlului sensitometric al proceselor de prelucrare

- | | | |
|-------------------------|---|-----------------------------------|
| Controlul sensitometric | { | — cu sensitograme;
— cu scale. |
|-------------------------|---|-----------------------------------|

3. Interpretarea rezultatelor controlului sensitometric

Rezultate ale controlului și
măsuri tehnologice

- | | |
|---|--|
| { | — rezultate în limitele toleranțelor admisibile, — nu se iau măsuri; |
| | — rezultate ce depășesc ușor în același sens toleranțele admisibile — se dau corecții; |
| | — rezultate ce depășesc cu mult toleranțele — se oprește procesul și se fac remedieri. |

Verificarea cunoștințelor

1. De ce controlul sensitometric este numit control global al proceselor?
2. Faceți o comparație între controalele sensitometric și chimic.
3. Care credeți că sînt cauzele pentru care controlul cu sensitograme este preferat la procesele negative, deși este mai complicat?
4. De ce la controlul cu scale color se recomandă și aprecierea vizuală comparativă a efectului fotografic obținut?
5. Dacă la controlul sensitometric se constată o creștere a efectului fotografic (γ și D_c mai mari), iar la controlul chimic concentrația bromurii este mai mică decît cea etalon ce măsură tehnologică se poate lua?

CUPRINS

Introducere	3
Cap. I. Prelucrarea chimico-fotografică a peliculelor în mașini de dezvoltat	7
A. Particularitățile prelucrării industriale a peliculelor	7
B. Tehnica dezvoltării industriale	9
C. Tehnica procesului de fixare industrială	30
D. Tehnica altor procese ale prelucrării industriale a peliculelor	42
E. Compensarea chimică și volumetrică a consumurilor soluțiilor de prelucrare	49
Cap. II. Mașinile de dezvoltat	55
A. Rolul și clasificarea mașinilor de dezvoltat	56
B. Schema de principiu a mașinii de dezvoltat	57
C. Exploatarea mașinilor de dezvoltat	78
D. Tipuri de mașini de dezvoltat	80
Cap. III. Tehnica copierii peliculelor	89
A. Clasificarea procedeelor de copiere	89
B. Influența procesului de copiere asupra calității fotografice	90
C. Ecartul de lumină al mașinii de copiat	93
D. Fotocopiarea impurităților și defectelor de pe suprafețele materialelor supuse copierii	95
Cap. IV. Mașinile de copiat	98
A. Principiul de funcționare a mașinilor de copiat	98
B. Mecanismul transportor al peliculei	99
C. Sistemele lumino-optice	106
D. Modulatoarele de expunere	110
E. Dispozitive auxiliare ale mașinilor de copiat	116
F. Controlul performanțelor și reglarea mașinilor de copiat	117
G. Exploatarea mașinilor de copiat	122
H. Tipuri de mașini de copiat	123

Cap. V. Pelicule utilizate în cinematografie și televiziune	129
A. Generalități	129
B. Tipuri de pelicule	132
C. Recepția și depozitarea peliculelor virgine	141
Cap. VI. Procede reversibile de prelucrare	145
A. Principiile prelucrării reversibile a peliculelor	145
B. Procedeul reversibil alb-negru	146
C. Procedeul reversibil color	149
D. Tehnologia prelucrării reversibile	152
Cap. VII. Etalonarea filmelor	156
A. Principiile procesului de etalonare	156
B. Normarea peliculelor pozitive	157
C. Etalonarea filmelor alb-negru	159
D. Etalonarea filmelor color	160
Cap. VIII. Prelucrarea negativelor de imagine și executarea copiilor de lucru	167
A. Tehnologia prelucrării chimico-fotografice a negativelor de imagine	167
B. Executarea copiilor de lucru	171
Cap. IX. Prelucrarea fonogramei optice	176
A. Transpunerea mixajului magnetic pe peliculă negativă de sunet	176
B. Tehnologia prelucrării negativului de sunet și a realizării fonogramei din copiile pozitive standard	179
C. Prelucrarea fonogramei din copiile pozitive color	180
Cap. X. Montarea negativelor și executarea lucrărilor speciale	184
A. Montarea negativului de imagine	184
B. Montarea negativului de sunet	187
C. Executarea și montarea lucrărilor speciale	187
Cap. XI. Realizarea copiei pozitive standard etalon	191
A. Executarea probelor de imagine și sunet	191
B. Realizarea copiilor tehnice, a copiei etalon și a tirajului de pe negativ	191
C. Tehnologia prelucrării chimico-fotografice a peliculelor pozitive	193
Cap. XII. Contratiparea alb-negru	197
A. Importanța și principiile procesului de contratipare	197
B. Tehnologia contratipării alb-negru	199
C. Condițiile sensitometrice ale contratipării alb-negru	202
Cap. XIII. Contratiparea color	206
A. Particularitățile și clasificarea procedeelor de contratipare color	206
B. Procedeul reversibil de contratipare color	207
C. Procedeul cu interpozitiv color	210

D. Procedeu de contratipare color cu trei interpozitive alb-negru	212
E. Condițiile sensitometrice ale contratipării color	213
Cap. XIV. Subtitrarea filmelor	217
A. Clasificarea procedeelor de subtitrare și executarea lucrărilor pregătitoare	217
B. Procedeu mecanic de subtitrare	218
C. Procedeu chimic de subtitrare	220
D. Procedeu foto-optic de subtitrare	221
Cap. XV. Executarea tirajului de copii pozitive	228
A. Cerințele tehnice față de copiile pozitive de tiraj	228
B. Tirajul de copii pozitive pe peliculă de 35 mm	229
C. Tirajul de copii pozitive pe peliculă de 16 mm	231
D. Tirajul de copii pozitive color prin procedeu hidrotipic	233
Cap. XVI. Pregătirea materialelor pentru copiere și proiecție	238
A. Pregătirea materialelor primare pentru copiere	238
B. Pregătirea materialelor pentru proiecție	240
C. Curățirea suprafețelor peliculei	242
Cap. XVII. Tratamentul profilactic și restaurarea peliculelor	245
A. Clasificarea metodelor de tratament profilactic și de restaurare a peliculelor	245
B. Tratamentul profilactic al peliculei	246
C. Metode profilactice în tehnologia prelucrării peliculelor	247
D. Îndepărtarea zgrieturilor și frecăturilor de pe suprafețele peliculelor	249
E. Alte metode de restaurare a peliculei	250
Cap. XVIII. Tehnica preparării soluțiilor de prelucrare	253
A. Recepția substanțelor chimice destinate preparării soluțiilor	253
B. Instalațiile și tehnologia generală a preparării soluțiilor	254
C. Particularitățile de preparare ale principalelor soluții	256
Cap. XIX. Controlul chimic al soluțiilor pentru prelucrarea peliculei	259
A. Importanța și conținutul controlului chimic	259
B. Determinarea concentrațiilor substanțelor componente din revelatori	260
C. Determinarea concentrațiilor substanțelor componente din soluțiile auxiliare	262
D. Tehnologia menținerii echilibrului chimic al proceselor de prelucrare	263
Cap. XX. Controlul sensitometric al proceselor de prelucrare a peliculei	267
A. Importanța și conținutul controlului sensitometric și legătura sa cu controlul chimic	267
B. Efectuarea controlului sensitometric al proceselor de prelucrare	268
C. Interpretarea rezultatelor controlului sensitometric	270