



FOTOKEMIJSKI MATERIJAL

Fotokemijski materijal ili kraće **fotomaterijal** je svaki onaj materijal koji je osjetljiv na djelovanje svjetla, a služi za dobivanje snimaka.

Otkrićem fotografije omogućen je trajni zapis slike, čime su unijete velike promjene u život čovjeka. Era fotografije je započela 1839. godine, nakon pronalaska postupka za nastajanje slike crtane svjetlom na metalnoj pločici.

Fotografija se zasniva na osjetljivosti nekih kemijskih tvari na svjetlo. Fotokemijski materijal, u kojeg se ubrajaju filmovi, fotografske ploče i foto-papiri, imaju na jednoj strani svoje površine tanak sloj koji je osjetljiv na svjetlo i koji ima svojstvo trajno zadržati sliku. To svojstvo osjetljivosti na svjetlo zapaža se na fotomaterijalu tek nakon procesa razvijanja.

Svaki fotomaterijal se sastoji iz dva sloja:

1. pravi osjetljiv sloj na svjetlo koji se zove **fotosloj, fotoosjetljivi sloj, fotografski nanos ili fotografska emulzija**
2. **podloga** koja služi samo kao potpora fotosloju

Nekad su se upotrebljavale tzv. “mokre” fotografske ploče, odnosno prave fotografske emulzije (emulzija - mješavina dviju tekućina). Kod današnjih fotografskih materijala ne koriste se više emulzije nego suspenzije, tj. jednolično u želatini raspršeni kruti, netopljivi kemijski spojevi. Prema tome naziv fotografska emulzija, koji je duboko ukorijenjen u fotografskoj struci je zapravo netočan.

Glavni sastavni dio fotosloja su kemijski spojevi **srebra s bromom (Br), klorom (Cl) ili jodom (J)**. Kako brom, klor i jod pripadaju grupi halogenih elemenata, njihovi kemijski spojevi sa srebrom zovu se **srebrni halogenidi**. Srebrni halogenidi su osjetljivi na svjetlo.

Drugi važan sastavni dio fotosloja je obična **želatina** u kojoj su raspršeni srebrni halogenidi.

Podloga fotomaterijala je samo nosač fotosloja.

RENDGENSKI FOTOMATERIJAL

Fotomaterijal koji je poglavito osjetljiv na rendgensko zračenje zove se **rendgenski fotomaterijal**. Danas je to rendgenski film.

Rendgenski film može biti jednoslojan ili dvoslojan ovisno o tome ima li jedan ili dva fotosloja.

Rendgenski film je fotografski materijal koji na jednoj ili na objema stranama podloge sadrži fotonanos osjetljiv na djelovanje rendgenskih zraka.



Rendgenski film je najčešći i najjednostavniji medij za pohranjivanje dijagnostičkih informacija, koje dobivamo nakon izlaganja nekog dijela tijela rendgenskim zrakama.

Za rendgenski fotomaterijal se uglavnom upotrebljava fotosloj sa **srebrnim bromidom (AgBr)**, jer je spoj srebra s bromom postojaniji i za oko 20-30 % osjetljiviji na rendgensko zračenje od ostalih srebrnih halogenida.

Kristali srebrnog bromida su kuboide forme. Ukoliko se kristalizacija odvija u idealnim uvjetima, kristalna je rešetka pravilna, ali je pri tome **fotosenzibilnost** kristala manja. Stoga se tehnološki kontroliranim poremećajem procesa kristalizacije proizvode defektni kristali (substrukture), što omogućava ulazak nečistoća u kristalnu rešetku. Kristale srebrnog bromida se kontaminira atomima sumpora. Ove nečistoće se nazivaju **klice osjetljivosti ili centri onečišćenja kristala (sensitivity specks)**.

Nastanak latentne slike na rendgenskom filmu se temelji na nakupljanje elementarnog srebra upravo u ovim centrima onečišćenja, budući da se u njima kationi srebra reduciraju u elektroneutralno metalno srebro.

Tehnološka kvaliteta u proizvodnji emulzije ogleda se u prvom redu u sposobnosti jednolikog raspršivanja približno podjednako velikih kristala u emulziji. Postignute tehnološke kvalitete fotosloja su industrijska tajna i opisuju se kao tercijarne senzimetrijske karakteristike nekog filma. U poboljšanje ovih karakteristika danas se investiraju enormna materijalna sredstva jer se upravo s njima postiže prednost na tržištu i iskorak pred konkurentima.

Drugi važan sastavni dio fotosloja je **želatina** u kojoj su raspršeni srebrni halogenidi.

Želatina je polipeptid životinjskog podrijetla koji služi kao nosač fotosenzibilnih kristala - **zrna emulzije**. Želatina ima nekoliko jedinstvenih svojstava koja ju i danas, u doba velikog napretka sintetičke kemije, čine dragocjenom u fotoindustriji. Osobine želatine su slijedeće:

- pod utjecajem vlage tj. uranjanjem filma u tekućinu želatina brzo bubri i povećava debljinu do 10 puta. Pri tome postaje rahla i propusna za procesne kemikalije
- pri bubrenju želatina se strukturalno ne mijenja i ne izobličuje tako da međusobni raspored kristala, a time i latentna slika, tijekom kemijske obrade filma ostaju nepromijenjeni
- otporna je na standardne fotografske kemikalije
- jeftina je i lako dostupna
- izvršnih je tehnoloških osobina, grijanjem prelazi iz gel u sol stanje tj. iz krutog u polutekuće stanje, što omogućava lako i ujednačeno raspoređivanje kristala te nanošenje (nalijevanje) suspenzije na podlogu filma u vrlo tankom sloju
- sušenjem se želatina ujednačeno steže i vraća u čvrstu formu

Već je 1925.g. Sheppard sa suradnicima utvrdio da su za izradu osjetljivih fotonanosa potrebna manja onečišćenja. Naime čiste srebrne soli halogenida imaju vrlo malu osjetljivost na svjetlo. Ta se osjetljivost može značajno povećati dodatkom želatine koja sadrži vrlo male količine sumpornih spojeva. Takva želatina se zove aktivna želatina. Isto tako osjetljivost se može povećati dodatkom srebrnih i zlatnih spojeva, što se naziva kemijsko senzibiliziranje fotosloja. Sve navedene supstancije povećavaju osjetljivost srebrnih soli stvarajući ranije spomenute "centre nečistoće kristala" fotosloja, koji se



često nazivaju i “ klicama osjetljivosti emulzije “. Iz navedenog vidimo da želatina u fotosloju može imati ulogu senzibilizatora srebrnih halogenida.

Nedostatak želatine je da u uvjetima neodgovarajuće vlage i temperature može postati hranilište gljivica i plijesni. Mnogi povijesno važni filmovi iz rane faze kinematografije uništeni su ili značajno oštećeni upravo na ovaj način.

Nadalje, nedostatak želatine je i taj što pri naglim promjenama temperature može doći do nepravilnog boranje njezine površine, odnosno filma. Zbog tih njezinih mana nastojalo se želatinu zamijeniti drugim materijalima. Tako današnji moderni fotomaterijali ne sadrže više prirodnu želatinu nego umjetne tvari polivinilnog, kazeinskog ili koloidnog sastava.

Podloga filma je samo nosač fotosloja.

Važne osobine podloge su slijedeće:

- a) prozirnost – podloga mora biti prozirna i bez uzorka, a vlastita sjena joj mora biti najmanja moguća (base density)
- b) savitljivost i debljina – podloga mora biti što tanja, lako savitljiva i otporna na lomljenje budući da neke tehnologije strojne kemijske obrade filma zahtijevaju jako presavijanje filma
- c) dimenzionalna stabilnost – podloga se ne smije dimenzionalno mijenjati tj. rastezati i deformirati pod utjecajem vlage, procesnih kemikalija ili povišene temperature (koja kod strojne obrade doseže 34 – 36 ° C). Nestabilna podloge uzrok je izobličenja slike:
- d) bezbojnost – podloge se proizvode bezbojne ili plavo tonirane
- e) trajnost – procesi dezintegracije ili kemijske interakcije u podlozi ne smiju se pojaviti u roku koji jamči proizvođač
- f) jednoličnost – podloga mora biti jednolike debljine

Fotografske i radiografske podloge su različite debljine: 0,21 mm za plan-film, 0,08 – 0,13 mm za rol – film.

U radiologiji je u početku kao podloga fotonanosu upotrebljavano prozirno staklo. Takve rendgenske fotoploče upotrebljavao je Röntgen nakon otkrića rendgenskih zraka, 1895. godine. Već 1896.g. se za podlogu rendgenskog fotonanosa, umjesto staklene ploče, koristio papir. Od 1918. g., za podlogu filma se upotrebljava vrlo tanka, prozirna, savitljiva i nelomljiva kožica celuloze, s time da se u početku koristila **nitroceluloza**, a potom **acetilceluloza**.

Nitroceluloza (nitrofilmovi) je vrlo zapaljiva, gori i pod vodom, a pri izgaranju oslobađala otrovne plinove. Mnogo je katastrofalnih požara zabilježeno u povijesti filmske industrije, u projekcijskim salama širom svijeta. Zbog toga je, unatoč dobrim mehaničkim i optičkim svojstvima, nitroceluloza ubrzo zamijenjena sigurnijom, premda ne i optički kvalitetnijom, podlogom od **celuloznog triacetata (acetilceluloza)**. Filmovi s podlogom od acetilceluloze su u upotrebu ušli 1924.g.

S pojavom strojne kemijske obrade filmova javili su se novi zahtjevi i stvoreni su drugačiji kriteriji za procjenu kvalitete podloge. U prvom redu radilo se o povećanom mehaničkom i termičkom opterećenju filma, a time i podloge. Stoga se od 60 – ih godina ovog stoljeća upotrebljavaju **poliesterske podloge**.



OSNOVNE RAZLIKE RENDGENSKIH I FOTOGRAFSKIH FILMOVA

Obično svjetlo, zbog slabije prodornosti, djeluje samo na najpovršniji sloj fotonanosa filma. Rendgenske zrake, kao daleko prodornije zračenje od običnog svjetla, djeluju na cjelokupnu dubinu fotosloja jednakomjerno. Pri tome fotosloj apsorbira samo 1 % sveukupne količine rendgenskih zraka koje su emitirane kod snimanja. Poznato je da samo apsorbirano zračenje djeluje na fotosloj, prema tome gotovo 99 % rendgenskog zračenja prolazi kroz film bez ikakvog fotografskog učinka.

U cilju povećanja apsorpcija rendgenskog zračenja, počelo se nanositi fotosloj na obje strane prozirne podloge rendgenskog filma. Vrlo brzo nakon otkrića rendgenskih zraka, već 1898.g., su staklene rendgenske ploče bile pravljene s dva sloja emulzije. Međutim dobivene snimke su bile nejasne, budući da se slike s emulzija nisu u potpunosti preklapale, zbog velike debljine stakla koje ih je razdvajalo. Tek proizvodnja filmova s podlogom od tanke i prozirne celuloze, omogućila je uvođenje dvoslojnih rendgenskih filmova u radiološku praksu.

Dvoslojni rendgenski filmovi, dakle imaju dva fotoosjetljiva sloja, čime se postigla bolja iskoristivost djelovanje rendgenskog zračenja. Na takvim filmovima jednom ekspozicijom dobijemo rendgensku snimku na oba sloja fotonanosa, čime se postiže isti stupanj zacrnljenja kao da je takav film bio izložen djelovanju dvostruko veće količine zračenja. Stoga, dvostruki fotonanos rendgenskog filma omogućuje dvostruko kraću ekspoziciju. Kod upola kraće ekspozicije oba fotosloja samo posive no kad ih zajedno promatramo na negatoskopu, sivilo jednog fotosloja se točno poklapa sa sivilom drugog fotosloja, pa dobivamo dojam većeg zacrnljenja.

Uporabom dvoslojnih rendgenskih filmova se skraćuje ekspozicija, a time se smanjuje opasnost neoštine slike zbog pomicanja bolesnika, ali i štedi rendgenska cijev. Na taj način se i povećava kontrastnost snimke te konačno smanjuje doza rendgenskog zračenja kojoj je izložen bolesnik kod snimanja.

Dvoslojni rendgenski film ima ukupno sedam slojeva.

Fotosloj debljine 0,013 do 0,020 mm vezan je na podlogu **vezivnim ili ljepljivim slojem**. Vezivni ili ljepljivi sloj filma veže fotosenzibilni sloj ili emulziju za podlogu. Građen je od alkoholom omekšane želatine i vrlo je tanak.

Zaštitni sloj prekriva fotosloj i štiti ga od mehaničkog oštećenja. Građen je od tvrde želatine i vrlo je tanak.

POREDAK SLOJEVA DVOSLOJNOG RENDGENSKOG FILMA:

1. ZAŠTITNI SLOJ
2. FOTOOSJETLJIVI SLOJ
3. VEZIVNI ILI LJEPLJIVI SLOJ
4. PODLOGA



-
5. VEZIVNI ILI LJEPLJIVI SLOJ
 6. FOTOOSJETLJIVI SLOJ
 7. ZAŠTITNI SLOJ