

Дипл. Граф. Технолог **Димитрија Антевски**

Дипл. Маш. Инженер **Благородна Аргирова**

ГРАФИЧКИ МАТЕРИЈАЛИ

за II година

стручно образование

- Графичка струка -

2014

Рецензенти:

Доц. д-р *САЊА ПОПОВСКА - ВАСИЛЕВСКА*

Дипл. граф. инг. *ЉУБЕ ЃОРЃИЕВСКИ*

Дипл. граф. инг. *ЈОРДАН СТОЈАНОВСКИ*

Издавач: Министерство за образование и наука за Република Македонија

Печати: Графички центар дооел, Скопје

Со решение на Министерот за образование и наука на Република Македонија бр. 22-4661/1 од 27.08.2010 година се одобрува употребата на овој учебник.

CIP - Каталогизација во публикација
Национална и универзитетска библиотека "Св.Климент Охридски", Скопје
655. 1 / . 3-03 (075.3)

АНТЕВСКИ, Димитрија
Графички материјали за II година стручно образование : графичка струка / Димитрија Антевски, Благородна Аргирова. - Скопје: Министерство за образование и наука на Република Македонија, 2010, - 131, [1] стр. : граф. прикази ; 25 см
Библиографија: стр.[132]

ISBN 978-608-226-205-5
1. Аргирова, Благородна [автор]
COBISS.MK-ID 85387018

В О В Е Д

Бидејќи овој учебник е пишуван според усвоената програма за учениците од втора година во средно стручно образование, истиот е наменет за учениците во графичка струка. Во него се обработени темите што се предвидени со програмата и тоа редоследно:

- во првиот дел разработени се фотографските материјали, односно нивната градба, својства и процесот за обработка на истите;

- вториот дел целосно ги обработува лепилата, како графички материјали кои многу често се употребуваат во графичката индустрија;

- третиот дел од учебникот ја обработува темата за гума и каучук, односно нивната градба и својства и примена во графичката индустрија;

- во четвртиот дел разработени се мазивата, како средства за подмачкување и одржување на машините, уредите и апаратите, кои се инсталирани во погоните на модерните печатници.

На тој начин овој учебник претставува продолжување на можната за надградба на знаењата кои учениците ги стекнале во прва година од четиригодишното образование за образовниот профил графички техничар.

Учебникот им го препорачуваме на наставниците што го предаваат овој предмет, а со цел да ја збогатат наставата. Истото ќе го постигнат со прикажување на: мостри, модели и макети, како и со демонстрација за правилна примена во лаборатории и кабинети. Посебно им препорачуваме да практикуваат посети на фабрики и компании, кои се занимаваат со производство на погоре наведените графички материјали. Секако дека на учениците многу ќе им користат посети на печатници, каде и вистински ќе се запознаат со реалната примена на графичките материјали во графичката индустрија.

I. Фотографски материјали

Процесот на репродуцирање - размножување на некој оригинал со техника на висок, длабок, рамен или ситопечат, почнува со снимање на оригиналот. Со снимање на оригиналот на фотографски материјал (фотографски филм) се создава невидлива - латентна слика. За да се добие видлива слика (негатив) снимениот фотографски материјал треба да се обработи со специјални раствори: развивач и фиксир. Од добиениот негатив натаму можат според потреба да се изработат позитивни и растерски позитиви или негативи. Зависно од техниката на печатот, вака добиените негативи или позитиви натаму се користат за да може со операција на копирање, соодветната слика на оригиналот да се пренесе на површината на идната печатарска форма. За да се оствари тоа, на површината на идната печатарска форма мора да се нанесе фотоосетлив - копирен слој, кој битно се разликува од фотоосетливиот слој на негативскиот или позитивскиот фотографски материјал.

Во натамошниот текст ќе бидат опишани фотографските материјали кои се користат при добивање на негатив и позитив на црно-бели оригинали, нивните карактеристики, како и составот и особините на растворот кој се користи за обработка на снимениот фотографски материјал при добивањето на видлива слика. Ќе биде опишана и градбата на фотографските материјали кои се користат за добивање слика во боја и копирни слоеви.

I. 1. ГРАДБА И НАЧИН ЗА ДОБИВАЊЕ ФОТОГРАФСКИ МАТЕРИЈАЛИ

На сликата 1, шематски е прикажана градбата на три вида фотографски материјали кои се користат при изработката на црно-бели фотографии.

Горниот заштитен слој (а на слика 1 - А и Б) се состои од делумно вмрежен желатин и служи да ја заштити фотоосетливата емулзија од можните механички оштетувања. Дебелината на заштитниот слој се движи околу 1 μm .



Сл. 1 Шематски приказ на градбата на фотографските материјали. - а горен заштитен слој, б - фотоосетлива емулзија, в - врзивен слој, г - подлога (кај А – фолија од полимерен материјал, кај Б - стакло, кај В - хартија), - д - долен заштитен слој.

Слојот со ознака б претставува фотоосетлива емулзија*, која се состои од слој на желатин дебел 5-20 μm во кој се распоредени микрокристали на среброхалогенид (најчесто AgBr со примеси на AgI и AgCl). Микрокристалите на среброхалогенидот ја сочинуваат фотоосетливата компонента на емулзијата. Средната големина на микрокристалот на среброхалогенидот најчесто се движи во границите од 0,1 до 1,5 μm .

Слојот со ознака „с“ е врзивен слој кој ја поврзува фотоосетливата емулзија со подлогата. Составот на врзивниот слој зависи од видот на фотоосетливата емулзија и на подлогата. Најчесто се состои од желатин и смеса од неколку растворувачи. Дебелината на врзивниот слој се движи до 1 μm . Во случајот на фотографската хартија (сл.1.В) во врзивниот слој се додава и бариум сулфат (BaSO_4) заради зголемување на белината на хартијата и за спречување на фотоосетливата емулзија во моментот на нанесувањето да навлезе во порите на хартијата. Во врзивниот слој во овој случај можат да се додаваат и некои други супстанции со кои се постигнуваат извесни особини на фотохартијата. На пример, скробот се додава за да се добие мат изглед на хартијата итн.

* Емулзија се вика дисперзниот систем течност/течност. Овде називот е употребен погрешно, зашто станува збор за дисперзија на цврст сребро халогенид во цврст желатин. Меѓутоа, термините: фотоосетлива емулзија, фотографска емулзија или само емулзија во оваа област се општоприфатени и ќе бидат користени во натамошниот текст.

Видот на подлогата или носачот на фотоосетливата емулзија зависи од областа на примената на фотографскиот материјал. Во случајот на фотографскиот филм (сл.1.А) тоа се просирни свитливи фолии од полимерен материјал, дебел од 0,10 до 0,25 mm. Кај фотографските плочи (сл.1Б) тоа се стаклени плочи дебели 0,7 до 2,4 mm, а кај фотографските хартии (сл.1.В) тоа се специјални хартии. Најчесто се користат три вида хартии со следниве граматури: 85 до 95, 135 и 270 gm²,

Долниот заштитен слој е (сл.1.А) ја спречува деформацијата на филмот при обработката и сушењето. Покрај тоа, овој слој го спречува рефлектирањето на светлосните зраци. при експонирањето од долната површина на подлогата и нивното враќање во емулзијата (антихало-слој). Долниот заштитен слој се состои од делумно вмрежен желатин или некој синтетички лак. Специјално подготвениот заштитен слој од синтетички лак може да го спречи и создавањето на статички електрицитет, на пр. при движењето на филмот низ камерата или проекторот.

1. 1. 1. ДОБИВАЊЕ НА ФОТООСЕТЛИВА ЕМУЛЗИЈА И НАНЕСУВАЊЕ НА ПОДЛОГАТА

Како материјал во кој се дисперзирани фотоосетливи сребрени соли (AgBr, AgJ, AgCl) најчесто се користи желатин. Желатинот е белковина која се состои од меѓусебно поврзани различни аминокиселини. Во составот на желатинот влегуваат околу 20 аминокиселини, а најмногу се застапени аланин (10—11%), глицин (26-27%), пролин (14-16%), аргинин (8-9%), аспарагинска киселина (6-7%), глутаминска киселина (11—12%), хидроксипролин (12—15%) и лизин (околу 5%).

Хистидин, серин, тирозин и некои други аминокиселини многу помалку се застапени во желатинот, но можат битно да влијаат на неговите особини. Желатинот се добива со специјални технолошки постапки од коски и кожа на животни. Моларната маса на желатинот зависи од потеклото на суровините и од условите за добивање. Најчесто се движи во граници од 15 000 до 250 000. Градбата на макромолекулите на желатин е мошне комплицирана. Учеството на одделни аминокиселини и редоследот на нивното поврзување во макромолекулите на желатинот зависат од видот и потеклото на суровините кои се користат за неговото добивање. Поради тоа, особините на желатинот можат да варираат во широки граници. Направени се

голем број обиди во производството на фотоосетливи емулзии, желатинот да се замени целосно со некој синтетичен полимер, кој може да се произведува со секогаш исти особини. За жал, досега никој не успеал да синтетизира полимер кој би имал особини како желатинот.

Особините на желатинот што ги наведуваме, ја условува неговата примена во производството на фотоосетливите емулзии:

- речиси целосно е безбоен и лесно растворлив во вода;
- вискозноста на растворот на желатин во вода многу зависи од температурата. На пример, на 35°C вискозноста на растворот е толку мала што тој може машински да се нанесува на подлогата во мошне тенки слоеви со брзини и до 1,1 ms⁻¹. додека веќе на 25°C и при концентрација под 1% преминува во состојба на гел;
- филмот од желатин нанесен на подлогата лесно се суши, а исушениот филм делумно е еластичен, механички доволно отпорен и неограничено постојан;
- исушените слоеви на желатин набабруваат во студена вода и овозможуваат лесна дифузија на солите, што е мошне важно при операциите за обработка на експонираниот материјал (развивање, фиксирање и миење);
- покрај сето наведено, желатинот влијае и за формирање на микрокристали на сребро халогенид, на нивната осетливост и стабилност.

Во производството на фотоосетливи емулзии, покрај желатин се користат: поливинил алкохол и поливинил пиролон, како и смеси на некои полимери со желатин.

Сребро бромид најчесто се користи како фотоосетлива компонента на емулзијата. Се добива од калиум бромид и сребро нитрат според равенката:



Другите халогениди на среброт (AgJ и AgCl) се добиваат на сличен начин. Од супстанциите кои се користат при добивањето на среброхалогенид, неопходно е да се отстранат сите нечистоии.

Во својство на подлога, односно носач на фотоосетливата емулзија, долго време се користел нитрат на целулоза (целулоид). Поради исклучителната запалност, овој материјал, практично веќе не се користи за таа намена. Наместо нитрат на

целулоза, сега како подлога за фотоосетлива емулзија се користат незапалниот ацетат на целулоза и полиетилентерефталат. Овде ќе биде укажано само на фактот дека полиетилентерефталатот има подобри механички особини од ацетатот на целулозата, дека не апсорбира влага и практично не ги менува димензиите во влажна средина, додека ацетатот на целулозата при апсорпцијата на влага може да ги промени димензиите и до 3%. Полиетилентерефталатот е постојан до температура од 200°C, а ацетатот на целулозата до температура од 90°C. Меѓутоа полиетилентерефталатот е поскап од ацетатот на целулозата, па затоа се употребува само кога од фотоосетливиот материјал во текот на примената се бара димензионална стабилност (репрофотографија, извадоци на бои итн.). При изработката на аматерски филмови и кинофилмови, како подлога најчесто се користи ацетат на целулоза.

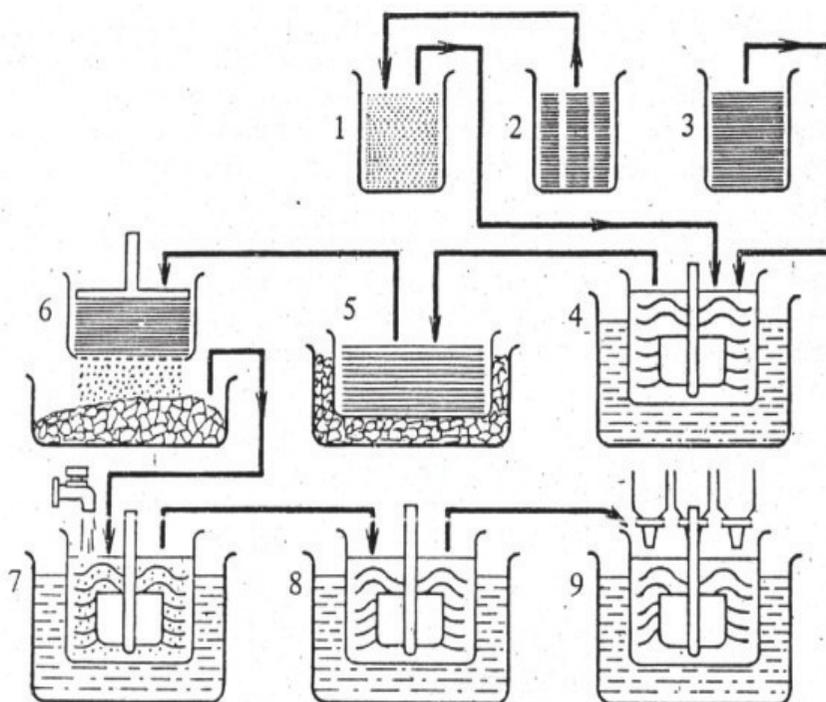
Хартијата, хартијата премачкана со пластични маси или фолии од пластични маси се употребуваат како подлога за фотоосетлива емулзија при изработка на фотографски материјал кој се користи за изработка на црно-бели и фотографии во боја.

Стаклото како подлога на фотоосетливиот слој се користи уште, само во истражувачките работи.

На сликата 2 шематски е прикажана постапката за добивање една фотоосетлива емулзија врз база на среброхалогенид и желатин.

Во раствор на желатин (1) се додава раствор на калиум бромид (2). Добиениот раствор на желатин и калиум бромид во вода потоа се префрлува во реактор со мешалка (4) и се загрева до 70°C. При достигнувањето на оваа температура, во реакторот брзо се додава една половина од растворот на сребро нитрат во вода (3). Другата половина од овој раствор се додава полака при постојано мешање. Во текот на брзото додавање на растворот на сребронитрат во реакторот се создаваат голем број микрокристали на сребро бромид (равенка 1), кои во текот на бавното додавање на другата половина од растворот на сребро нитрат може да пораснат и до големина од неколку микрони (μm). Порастот на микрокристалите на сребро бромидот со кој се зголемува осетливоста на емулзијата се вика прво или „физичко зреење“ на емулзијата. Желатинот спречува во овој стадиум на формирање на емулзијата да дојде до создавање на големи кристали на сребро бромид. Со варирање на концентрацијата на растворот на калиум бромид и сребро нитрат, на температурата, брзината на мешање и начинот на додавање на растворот на

сребро нитрат во реакторот, можно е битно да се влијае на големината и на распределбата на големината на создадените микрокристали на сребро бромид, а со самото тоа и на фотоосетливоста на формираната емулзија. По „физичкото зреење“ емулзијата се лади (5), при што доаѓа до нејзино зацврстување, односно до преминување во состојба на гел. Создадениот гел потоа со преса (6) се раситнува и се плакне со студена вода (7), за да се отстранат растворливите соли кои се создале при формирањето на нерастворливиот сребро бромид (равенка 1). По завршувањето на оваа операција, гелот се загрева на температура од 50 степени при што преминува во течна состојба и се меша со определено количество желатин, богат со лабилно врзан сулфур (8). При оваа операција доаѓа до реакција на среброто од сребро халогенидот и сулфурот од желатинот и како резултат на таа реакција ка микрокристалите на сребро бромидот се создаваат честици на сребро сулфид. (Ag_2S).



Сл. 2 - Шематски приказ на производството на фотоосетлива емулзија

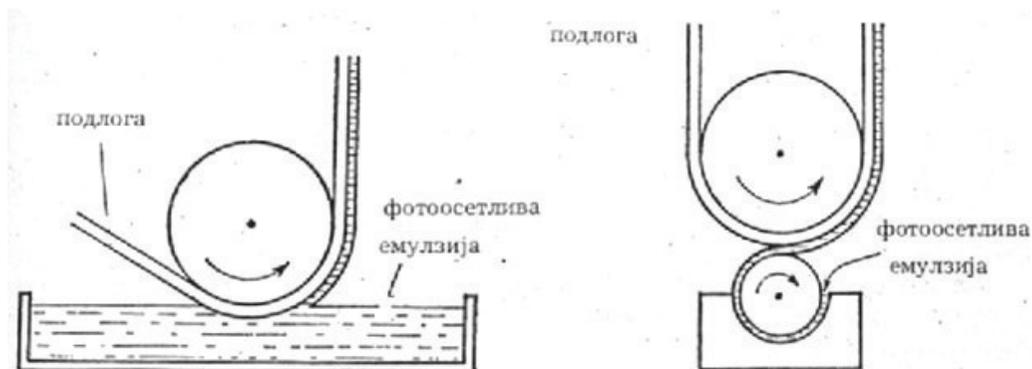
Формираните честици на сребросулфид битно ја зголемуваат фотоосетливоста а не ја зголемуваат големината на микрокристалите на сребро бромид. Ваквото зголемување на фотоосетливоста на емулзијата се вика „хемиско зреење“. Кога е достигнат пожелен степен на осетливост на емулзијата во неа, се додаваат различни додатоци (9), како што се:

- **сензибилизатори** со кои може да се прошири фотоосетливоста на емулзијата на зелената и црвената зона на спектарот, како и да се зголеми осетливоста на виолетово-сината зона на спектарот;

- **стабилизатори** кои го продолжуваат векот на лагерирањето на фотоматеријалите;

- **средства за натопување** кои овозможуваат рамномерно натопување на емулзијата при обработката по експонирањето;

- **средства за вмрежување** кои ја зголемуваат цврстината на емулзијата и го оневозможуваат прекумерното бабрење при обработката на повисоки температури.

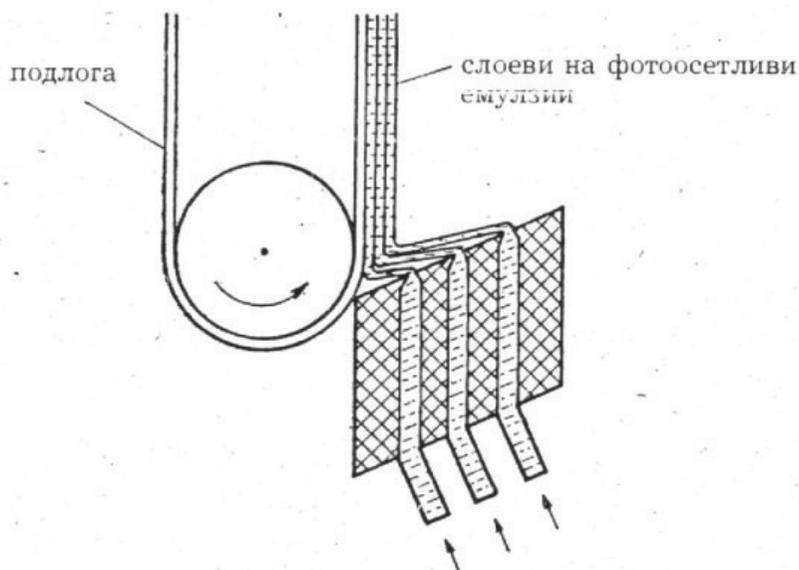


Сл. 3 - Начин на нанесување еден слој емулзија на подлогата

Сите операции при производството на емулзија се изведуваат во темнина или под инактивна светлина.

Од се што е кажано досега, следува дека со „физичкото“ и „хемиското зреење“ на емулзијата, како и со различните додатоци, може да се регулира нејзината осетливост и да се приспособи за секоја област на примена.

Фотоосетливата емулзија, формирана на опишаниот начин, се нанесува на подлогата на која веќе е нанесен врзивен слој. Заради илустрација, на сликата 3 шематски е прикажан начинот на нанесување на еднослојна, а на сликата 4, трислојна фотоосетлива емулзија на подлогата.



Сл. 4. Начин на нанесување на трислојна емулзија на под.

Провери го своето знаење:

- 1* Објасни ја градбата на фотографикот: филм, плоча и хартија?
- 2* Како се нанесува фотоосетлива емулзија на подлогата?
- 3* Зошто се додаваат сензибилизатори?
- 4* Што овозможуваат сензибилизаторите во слојот?
- 5* Зошто се додаваат средствата за натопување?
- 6* Какви својства и даваат на емулзијата средствата за вмрежување?

I. 2. КАРАКТЕРИСТИКИ НА ФОТОГРАФСКИТЕ МАТЕРИЈАЛИ

Квалитетот на фотографската слика или репродукцијата зависи од својствата на применетиот фотографски материјал. За да се избере правилно фотографски материјал и со него да се добие слика со саканиот квалитет, неопходно е да се познаваат следниве карактеристики на фотографските материјали: карактеристичната крива (крива на потемнување), општата осетливост, спектралната осетливост, мокта на раздвојување и големината на зрното, како и начинот на кој влијаат условите за снимање и за обработка на снимениот материјал врз тие карактеристики.

I. 2. 1. КАРАКТЕРИСТИЧНА КРИВА НА ФОТОГРАФСКИОТ МАТЕРИЈАЛ

При развивањето на експонираниот филм на местата на кои паднало повеќе светлина се издвојува поголемо количество на редуцирано сребро, па таквото место станува повеќе потемнето. Местата кои се повеќе потемнети, пропуштаат помало количество светлина. Пропустливоста на негативот или дијапозитивот за светлина е дефинирана како однос на пропуштената I_p и паѓачката светлина I_o и се вика транспаренција T :

$$T = I_p / I_o$$

Кај непровидните материјали, соодветна големина е рефлексивоста, R , која претставува однос на интензитетот на рефлектираната I_r и паѓачката светлина, I_o :

$$R = I_r / I_o$$

Бројните вредности на транспаренцијата и рефлексивоста можат да се движат меѓу 0 и 1. Реципрочната вредност на транспаренцијата или рефлексивоста се вика опациетет, O , и претставува степен на непропустливост на материјалот за светлина. Според тоа опациететот би можел да послужи како

мерка за оптичката густина или за потемнувањето на фотографските материјали, но поради грлемите бројни вредности, кои можат да се движат меѓу 1 и ∞ ; практично не се користи, туку за таа намена се користи логаритам на опацитетот:

оптичка густина, D , (провидни материјали) = $\log I/T = \log O$;

потемнување, S (непровидни материјали) = $\log I/R = \log O$;

При константни услови за развивање оптичката густина на еден негатив е функција на количеството светлина која стигнува на неговата површина односно на експозицијата E . Експозицијата според дефиницијата е еднаква на производот од осетливоста, I_0 , I_x (лукс), и времето на осветлувањето, t , s :

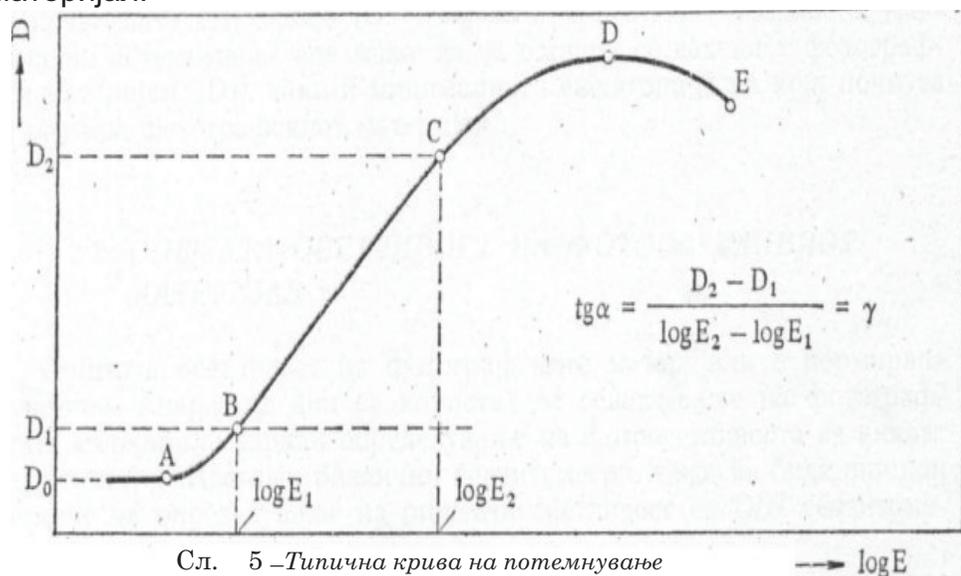
$$E = I_0 t, I_x s$$

Ако со дензитометар* се мерат оптичката густина или степенот на потемнувањето на некој фотографски материјал, експониран преку сивиот клин и обработен под точно дефинирани услови, па добиените резултати се прикажат графички, така што на ординатата се нанесуваат вредностите за оптичката густина, D , а на апсцисата $\log E$, се добива крива линија која се вика карактеристична крива, крива на потемнувањето или градациона крива (сл. 5,). Положбата на кривата на потемнувањето во координатниот систем и нејзиниот облик зависат од видот на фотографскиот материјал. На кривата на потемнувањето можат да се разликуваат пет делови. До точката A фотографскиот материјал не реагира на светлината. Потемнувањето До што го покажува материјалот е последица на спонтаната редуција на сребрените јони во фотоосетливиот слој и се вика самопотемнување, мрена или шлаер**. Во точката A фотографскиот материјал почнува да реагира на светлината. Делот од кривата A - B претставува област на подекспониран материјал.

* Дензитометри се апарати со кои се мери оптичката густина на провидните (трансмисиони дензитометри) и потемнувањето на непровидните фотографски материјали (рефлексиони дензитометри).

** Германски назив за оваа појава „Schleier” е одомаќен меѓу нашите графички работници.

Од точката Б до В кривата се простира практично праволински. Во оваа област на секоја разлика во осветленоста на оригиналот одговара скок на потемнувањето на фотографскиот материјал. Тоа значи дека секој детал од оригиналот е репродуциран на негативот. Овој дел од кривата означува област на правилно експонирање. Меѓу точките В и Г косинатата на кривата опаѓа, што значи дека потемнувањето на фотографскиот материјал не се зголемува пропорционално на експонирањето. Во таа област најголем број зрна на сребро халогенид веќе се активирани, па натамошното зголемување на експозицијата не може да предизвика соодветно зголемување на потемнувањето. Ова е област на преекспониран фотографски материјал.

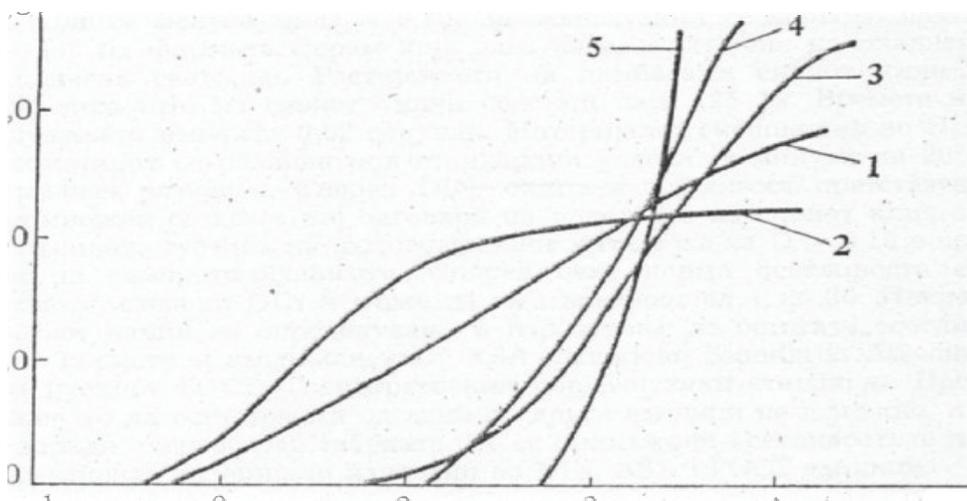


Сл. 5 – Типична крива на потемнување
 - контрастни ($\gamma > 1$), - нормални $\gamma = 1$), - меки ($\gamma < 1$).

При натамошното експонирање доаѓа до опаѓање на потемнувањето. Оваа појава се вика „соларизација“ и се користи при производството на фотографски материјали за директно добивање на дијапозитиви.

Косинатата на праволинскиот дел на кривата на потемнувањето е битна карактеристика на фотографскиот материјал. Таа се дава како однос на потемнувањето на единица осветленост, односно како тангенс на аголот на праволинскиот дел на кривата на потемнувањето (сл. 5) и се вика γ - вредност, градација или контраст фактор. Во однос на γ - вредноста, фотографските материјали се делат на:

Со изборот на сребро халогенидот, условите и начинот на изведување на „физичкото“ и „хемиското“ зреење, како и со различните додатоци, можат да се произведат фотоосетливи емулзии со саканите y - вредности и со положба на кривата на потемнување во координатниот систем $D - \log E$ и на тој начин фотографскиот материјал максимално да се приспособи за областа на примената (сл. 6).



Сл. 6 - Крива на потемнувањето за неколку фотографски материјали; 1 - стандарден негатив-филм, 2 - мошне осетлив негатив-филм за снимање на терен, 3 - кинопозитивен филм. 4 - контрастен негатив-филм кој се користи во репрофотиграфијата. 5 - дијапозитивен филм.

Покрај тоа, на y — вредноста може да се влијае и со изборот на развивач, со температурата и со времето на развивање на експонираниот фотографски материјал. На сликата 6 се прикажани кривите на потемнување за неколку фотографски материјали наменети за различни области на примена.

Кривите на потемнување имаат големо практично значење. Со нив можат да се определат мошне битни карактеристики на фотографските материјали, како што се: самопотемнувањето (D_0), областа на правилната експозиција ($L = \log E_2 - \log E_1$) y — Вредноста, максимално потемнување кое може да се оствари со дадениот фотографски материјал, (D_2), како и минималната експозиција на која почнува да реагира фотографскиот материјал.

1. 2. 2. ОПШТА ОСЕТЛИВОСТ НА ФОТОГРАФСКИОТ МАТЕРИЈАЛ

Општата осетливост на фотографските материјали е нормирана величина. Апаратите кои се користат за осветлување на фотографските материјали заради определување на фотоосетливоста, се викаат сензитометри. Постојат различни сензитометри. Овде ќе биде опишан начинот на определување на општата осетливост со DIN сензитометар*.

Во DIN сензитометарот, фотографскиот материјал се осветлува преку сив клин, кој е поделен на 30 полиња со различна оптичка густина (од целосно провидни до целосно непровидни), која од едно до друго поле се менува за $D = 0,10$. За осветлување се користи ламба „Wi - 40“ на фирмата Осрам која дава светлост слична на пладневната сончева светлина. Растојанието на ламбата и сивиот клин е избрано така што на сивиот клин секогаш паѓа 125 Lx. Времето на осветлувањето изнесува 0,02 секунди. Материјалот експониран во DIN сензитометарот се развива под стандардни услови: 4 минути на 20°C во нормален развивач. Според DIN*, општата осетливост претставува број помножен со десет кој одговара на поделбата на сивиот клин за која оптичката густина на фотографскиот материјал за $D = 0,10$ е поголема од самопотемнувањето.

Според овие норми осетливоста се изразува во степени DIN и може да има вредност од 1 до 30. Покрај опишаниот начин на определување и изразување на општата осетливост, се користи и американскиот ASA (American Standards Association) и рускиот ГОСТ (Государственный общесоюзный стандарт).

Пресметувањето на осетливоста од едни во други единици не е можно, па затоа заради споредба во табелата 1 се прикажани осетливостите на фотоосетливите материјали изразени во DIN, ASA и ГОСТ единици.

* DIN - Deutsche Industri Normen (Германски индустриски норми).

Според осетливоста, фотографските материјали се делат на:

- нискоосетливи до 14 DIN,
- средноосетливи 14-18 DIN,
- високоосетливи 19-22 DIN,
- исклучително осетливи, поголема од 22 DIN

Нискоосетливите материјали се користат во репрофотографијата, за изработка на микрофилмови, позитиви и дијапозитиви. Честиците на сребро халогенид во ваквите материјали се ситни со тесна распределба на големините на честиците, па поради тоа можат да се добијат остри и контрастни слики.

Високо и исклучително осетливите материјали се користат за снимање на терени и под специјални услови. Во однос на у - вредноста, ваквите материјали се меки.

Табела 1. Осетливост на фотографските материјали во различни единици

Вид единици			Релативно време на осветлување*
DIN	ASA	ГОСТ	
9	6	6	12
10	8	8	10
11	10	8	8
12	12	11	6
13	16	16	5
14	20	16	4
15	25	22	3
16	32	32	2,5
17	40	32	2
18	50	45	1,5
19	64	65	1,2
20	80	65	1
21	100	90	5/6
22	125	130	2/3
23	160	130	1/2
24	200	180	2/5
25	250	250	1/3
27	400	360	1/5
29	650	500	1/8

* Релативно време на осветлување во однос на времето потребно за осветлување на фотографскиот материјал од 20 DIN.

I. 2. 3 СПЕКТРАЛНА ОСЕТЛИВОСТ НА ФОТОГРАФСКИОТ МАТЕРИЈАЛ

Спектралната осетливост е важна карактеристика на фотоосетливиот материјал, која укажува на која зона на спектарот на видливата светлина материјалот е осетлив.

Сребро хлоридот е бел прав и ги рефлектира сите зраци на видливата светлина. Сребро бромидот има жолтеникава боја, па ги апсорбира светлосните зраци до бранова должина λ - 460 nm. Сребро јодид е исто, но поинтензивно обоен, па ги апсорбира светлинските зраци до λ = 500 nm.

Фотохемиските реакции во некоја супстанција можат да предизвикаат само светлосни зраци што таа супстанција може да ги апсорбира. Имајќи во предвид дека активната компонента на фотоосетливите емулзии најчесто ја сочинува смеса на AgBr и AgI , може да се констатира дека создавањето на латентна слика во фотоосетливата емулзија може да предизвика само светлина со бранова должина помала од 500 nm (виолетово сина зона на спектарот), односно дека фотографскиот материјал е осетлив само на оваа зона на спектарот. Ваквите фотографски материјали се викаат несензибилизирани и можат да се користат само при добивањето црно-бели фотографии и при репродукција на црно-бели оригинали.

Германскиот истражувач Фогел уште во 1873 година успеал со додавање на извесни органски бои да ги направи фотоосетливите емулзии осетливи и за други зони на спектарот. Органските бои кои се додаваат на емулзиите заради - проширување на нивната фотоосетливост и на други зони на спектарот се викаат сензибилизатори.

Со додавање на бои како што се еозин и изоцианин, емулзијата станува осетлива и на светлина со зелена боја ($\lambda \leq 600$ nm). Ваквите фотографски материјали се викаат ортохроматски.

Со додавање на ортохроматската емулзија, на пример, пинационал-боја, емулзијата станува осетлива и на црвената зона на спектарот со видлива светлина ($\lambda \leq 700$ nm). Фотоосетливите материјали кои се осетливи на сите зони на видливиот дел на спектарот се викаат панхроматски. Ваквите фотографски материјали се користат за добивање фотографии во боја и при репродукцијата на оригинали во боја.

Фотоосетливите емулзии со додавање на полиметински бои можат да се направат осетливи и на инфрацрвената боја на спектарот се до бранови должини од 1 360 nm.

1. 2. 4 ГОЛЕМИНА НА ЗРНАТА И МОЌ НА РАЗДВОЈУВАЊЕ НА ФОТОГРАФСКИТЕ МАТЕРИЈАЛИ

Фотоосетливите емулзии се состојат од честици на сребро халогенид со различна големина, распоредени во 20 до 40 редови во желатин. На местата каде што се осветлени при експонирањето во процесот на развивање се создаваат честици на сребро. Тоа значи дека создавањето на слика или на помалку или повеќе потемнети места на сликата е условено од постоењето на помал или на поголем број честици на сребро. Бидејќи големината на честиците на среброт е под мокта за раздвојување на човечкото око, при посматрањето на еден тонски негатив, на пример, се добива впечаток дека потемнувањето се менува континуирано. Меѓутоа, ако од негативот сакаме да добиеме зголемен позитив, при некој степен на зголемување ќе почне да се забележува зрнеста структура на сликата. При кое зголемување ќе се забележи оваа појава, зависи од големината на зрното на сребро халогенидот во примениот фотоосетлив материјал и од начинот на обработката на експонираниот материјал. Во принцип може да се каже дека осетливите материјали имаат поголеми зрна и обратно. За ова треба да се води сметка при изборот на фотографски материјал за различна примена.

Најмалото растојание на два соседни детали на оригиналот, чии слики во фотоосетливиот слој сеуште ќе бидат раздвоени, се вика моќ на раздвојување на фотографскиот материјал. Моќта на раздвојувањето обично се изразува како максимален број линии на милиметар, кои на снимката можат да се видат како раздвоени. Мокта на раздвојувањето зависи од големината на зрното, од утвредноста, од условите на снимањето и од обработката на фотографскиот материјал. За да се забележи врската меѓу осетливоста, големината на зрната и моќта на раздвојувањето во табелата 2 се наведени просечните вредности на овие величини за неколку фотографски материјали кои се користат во црно-бела фотографија.

Табела 2. Осетливост, големина на зрното и моќ на раздвојување за неколку фотографски материјали

Вид на фотограф. материјал	Општа осетливост DIN	Средна големина на зрното μm	Можност за зголемување	Моќ на раздвојување лин/мм
исклучително осетливи	23 - 29	1,5 - 2,0	5 x	до 60
средно осетливи	14 - 18	0,7 - 1,0	7 - 10 x	70 - 110
ниско осетливи	10 - 14	0,3 - 0,5	15 - 20 x	100 - 150
микрофилмови	3 - 10	0,30	20 - 80 x	120 - 200
филмови во репрофотографија	помала за ред големини	—	—	170 - 500
специјални емулзии	—	—	—	до 1000

1. 2. 5. ВИДОВИ ФОТОГРАФСКИ МАТЕРИЈАЛИ

Според намената, фотографските материјали се делат на негативски, позитивски и преобразни и тоа за црно-бела и фотографија на боја. Негативските материјали се користат за добивање негатив на оригиналот со директно снимање или со копирање од позитив. Позитивските материјали се користат за добивање позитив на оригиналот и можат да бидат на непровидна или на провидна подлога (диапозитиви). Претворливите материјали се користат за директно добивање на позитив на снимениот оригинал. Најчесто се користат за снимање на оригинали во боја, а ретко на црно-бели оригинали.

Универзални фотографски материјали не постојат. На пазарот можат да се најдат мошне голем број различни фотографски материјали кои најчесто се разликуваат според

градацијата на општата и спектралната осетливост и на видот на подлогата. Во табелата 3. се прикажани фотографски материјали кои се користат во репрофотографијата распоредени според градацијата.

Табела 3. - Фотографски материјали кои се користат во репрофотографијата распоредени според градацијата

Градација	Област на примена
ултратврда (лит)	снимање на линиски оригинали, добивање растерски негативи и позитиви
екстратврда	снимање на линиски оригинали, добивање на растерски негативи и позитиви со копирање
тврда	снимање на полутонски слабо контрастни оригинали
нормална	снимање на полутонски оригинали со нормални контрасти во процесите на копирањето
мека	снимање на полутонски контрастни оригинали, извадоци на бои, во процесите на копирањето

Сите материјали наведени во табелата 3 се произведуваат како несензибилирани, ортохроматски и панхроматски, и тоа со различна општа осетливост. Се произведуваат исто така на подлога од триацетат на целулоза или димензионо стабилен полиетилентерефталат. Наведените видови материјали ги произведуваат сите поголеми фирми кои се занимаваат со производство на фотографски материјали: Adox du pont, Agfa – Gevaert, Ciba - Ilford, Kodak AG, Labaphot, 3M - Ferrania,

Polychrom, Typon AG итн... Постојат и цела низа специјални фотографски материјали кои не ги произведуваат сите наведени фирми. Такви се филмовите на кои со снимањето директно се добива позитив, филмовите со ископиран растер, филмовите со специјално обработена површина за копирање на фотополимерни печатарски форми, филмовите за фотослој, филмовите за градација која се менува со осветлувањето итн.

Како што се гледа, постојат голем број фотографски материјали, кои се користат во репрофотографијата, со мошне различни особини, што го отежнува нивното единствено и сигурно класифицирање.

Провери го своето знаење:

- 1* Објасни ја кривата на потемнување кај фотографските материјали?
- 2* Што е општа осетливост на фотографскиот слој?
- 3* Каково е својството спектрална осетливост?
- 4* Како е дефинирана големината на зрната?
- 5* Што подразбираш под моќ за раздвојување на фотографските материјали?
- 6* Кои видови на фотографски материјали ги познаваш?

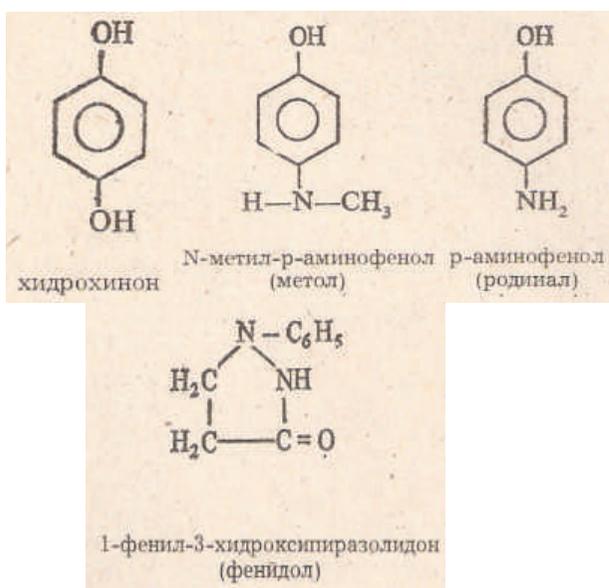
I. 3. СОСТАВ И ОСОБИНИ НА РАСТВОРИТЕ КОИ СЕ КОРИСТАТ ЗА ОБРАБОТКА НА ЕКСПОНИРАН ФОТОГРАФСКИ МАТЕРИЈАЛ

I. 3. 1. РАЗВИВАЧИ

При експонирањето на фотографскиот материјал, мал дел од сребрените јони во микрокристали на сребро халогенид кои се погодени од светлосните зраци се редуцираат до кристално сребро. На местата кои се посилено осветлени на поголем број

микрокристали на сребро халогенид ќе се формираат честици на сребро, односно ќе се создаде невидлива - латентна слика на оригиналот. За да се добие видлива слика, експонираниот фотографски материјал треба да се обработи со специјален раствор - развивач. При оваа операција - развивање, доаѓа до редукција на јоните на среброто само во микрокристалите на сребро халогениди на кои со фотохемиска реакција во текот на експонирањето се создала честица од сребро.

Во својство на развивач најчесто се користат раствори на орто и пара-супституирани деривати на бензолот и фенилпиразолидон.



Реакцијата при развивањето може да се прикаже на следниов начин.



Сите развивачи ја покажуваат својата вистинска активност во базна средина при pH = 8,5-12.

За да се обезбеди соодветно рН развивач се додава калиум или натриум карбонат, а поретко натриум или калиум хидроксид.

Во развивачот исто така се додава и натриум или калиум сулфит како конзерванс, кој го штити од оксидација со воздушниот кислород. Натриум сулфатот учествува делумно и во реакцијата на развивањето.

Присуството на калиум бромид во развивачот го спречува развивањето на оние микрокристали на сребро халогенид кои не се осветлени и на тој начин го намалува самопотемнувањето и го зголемува контрастот на сликата.

Покрај тоа, во развивачот се додаваат и различни додатоци со кои се постигнува подобро натопување на емулзијата, го спречува издвојувањето на калциум карбонат од развивачот на филм, прекумерното бабрење на емулзијата итн.

Со изборот на видот и количеството на одделни компоненти може да се влијае на особините на развивачот. Постојат исклучително голем број развивачи кои меѓусебно битно се разликуваат. Меѓутоа, според областа на примената, тие сепак, можат да се разделат само во четири групи: универзални развивачи, развивачи на негативи, развивачи за позитиви и специјални развивачи.

Универзалните развивачи можат да се користат како за развивање на негативи, така и на позитиви. Активната компонента на овие развивачи најчесто е раминофенол или комбинација на метол/хидрохинон.

Развивачите за негативи можат според своето дејство да бидат различни. Ако имаат поголем удел на хидрохинон и голем рН, го зголемуваат контрастот на сликата. Развивачите со поголема содржина на сулфат, со мал рН и со ограничена содржина на вистинскиот развивач ја намалуваат контраста, така што и слабо и јако осветлените места на негативот се развиваат до сличен степен на потемнување. Постојат и таканаречени „ситнозрнести развивачи“ кои при развивањето даваат ситно зрно на сребро. Активната компонента на овие развивачи најчесто е р-фенилендиамин.

Развивачите за позитиви имаат обично како активна компонента комбинација на фенидон/хидрохинон или метол/хидрохинон. Со менување на односот на активните компоненти можат да се добијат развивачи кои ги зголемуваат или го намалуваат контрастот на сликата,

Специјални развивачи се развивачите кои се користат на пример за „физичко развивање“, за развивање со истовремено вмрежување на фотоосетливиот слој итн. Во специјални развивачи условно може да се стават и „инфекциониот“ развивач. Овој развивач ги редуцира сребрените јони не само од осетливите микрокристали на сребро халогенид, туку и од неосетливите кои се наоѓаат во непосредна близина. Активната компонента на таквите развивачи е комбинација на параформалдехид и хидрохинон. Со развивање на контрастен лит-филм во вакуиот развивач можат да се остварат мошне високи потемнувања на развиениот материјал со у - вредност и до 15. Овој развивач најде шрфока примена во репродукционата фотографија.

Заради илустрација, ќе бидат наведени рецептурите за еден универзален и еден развивач за негативи.

Универзален контрастен метол/хидрохинон развивач

Компоненти	Количество, g/dm ³
метол	5
натриум сулфит	120
хидрохинон	8
натриум карбонат	150
калиум бромид	1—2

Развивачот се подготвува така што 750 cm³ вода се загрева до температура од 35-45°C и компонентите на развивачот се раствораат во неа според наведениот редослед. По завршеното растворање се додава толку вода што вкупниот волумен на растворот да изнесува 1000 cm³. Кога вака подготвениот развивач се користи за развивање на позитив, се разблажува со вода во однос 1/3, а на негатив во однос 1:6. На 18°C времето за развивање на негатив е 4-5 минути, а на позитив 2-3 минути.

Израмнувачки фенидон/хидрокинон развивач за негативи

Компоненти	Количество g/dm ³
натриум сулфит (без вода)	25
хидрокинон	2,5
натриум хидроксид	10
фенидон	0,2
калиум бромид	2

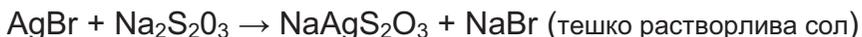
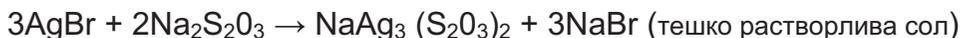
Развивачот се подготвува така што во 750 cm³ вода загреана до температура до 50 или 80 °C се раствораат сите компоненти по редот наведен во табелата. Во растворот се додава толку студена вода колку што треба вкупната зафатнина да изнесува 1 000 cm³.

Во практичната работа при изборот на развивач треба, по можност, да се почитува препораката на фирмата чиј фотографски материјал се користи, толку повеќе што, практично, сите производители на фотографски материјали произведуваат и соодветни раствори за обработка на овие материјали по експонирањето.

1. 3. 2. РАСТВОРИ ЗА ФИКСИРАЊЕ НА СЛИКИ

Во процесот на развивање, јоните на среброто се редуцирани до сребро само во микрокристалите на сребро халогенидот кои се осветлени и на кои за време на осветлувањето е формирана честица (клица) на сребро. Неосветлените микрокристали на сребро халогенидот, за време на развивањето останале непроменети. Бидејќи сребро халогенидот и натаму е осетлив на светлината, неопходно е да се отстрани од емулзијата за да се добие стабилна - фиксирана слика. Од откривањето на фотографијата па до денес, за отстранување на сребро халогенидот од емулзијата, односно за фиксирање на сликата се користат тиосулфати и тоа натриум - (Na₂S₂O₃) и амониумтиосулфат ((NH₄)₂S₂O₃). Овие соли

реагираат на халогенидите на среброто при што се создаваат растворни комплексни соли, кои лесно се отстрануваат од емулзијата. При фиксирањето се одигруваат следните реакции:



Од прикажаните равенки произлегува дека сребро халогенидот ќе биде полесно растворлив колку е поголема концентрацијата на тиосулфат во фиксирот. Поради тоа тиосулфатот се додава во фиксирот во количество од 150 до 350 g/dm³. Во фиксирот исто така се додава калиум метабиосулфит (K₂S₂O₅) или натриум хидрогенсулфит (NaHSO₃) во својство на конзерванс. За да не дојде до претерано набабрување на емулзијата на повисоки температури во фиксирот се додаваат и алуминиумски (KA1 (SO₄) 12H₂O) или хромни стипси (KCr(SO₄)₂12H₂O).

Кога како активна компонента на фиксирот се користи амониум тиосулфат, потребното време за фиксирање се намалува на половина.

Заради илустрација ќе бидат прикажани рецептурите за еден стандарден и еден брз фиксир.

Стандарден фиксир

Компоненти	Количество, g/dm ³
натриум тиосулфат	250
натриум сулфат	50
сулфурна киселина (d = 1,80)	5 cm ³

Компонентите според наведениот ред се раствораат во 600 cm³ вода загреана на температура од 50-60°C. По растворањето се додава студена вода до 1 000 cm³. Времето на фиксирање на 20°C изнесува 6-12 минути.

Брз фиксир

Компоненти	Количество g/dm ³
натриум тиосулфат	250
амониум хлорид	50
натриум сулфит	30

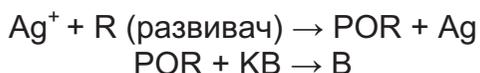
Се подготвува на ист начин како и стандардниот фиксир. Времето на фиксирање се движи од 3 до 5 минути.

Провери го своето знаење:

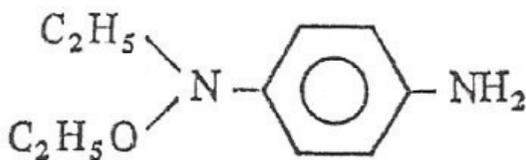
- 1* Кои развивачи за фотографски материјали ги познаваш?
- 2* Каква е градбата на развивачите?
- 3* Колкава рН вредност е оптимална за развивачите?
- 4* Што е тоа фиксир и зошто се употребува?
- 5* Од кои компоненти е создаден фиксирот?

I. 4. ГРАДБА И ОСОБИНИ НА ФОТОГРАФСКИТЕ МАТЕРИЈАЛИ КОИ СЕ КОРИСТАТ ЗА ДОБИВАЊЕ НА ФОТОГРАФИИ ВО БОЈА

Фотографските материјали кои се користат за добивање негативи, позитиви или дијапозитиви на оригинал во боја, а се засновуваат врз суптрактивен начин на мешање на боите, најчесто се изработени од три фотоосетливи слоја. Во сите три слоја, фотоосетливата компонента е сребро бромидот, распореден во желатин или во некој синтетички полимер. Секој слој е чувствителен на една зона на видливиот дел од спектарот: виолетово-сина, зелена или црвена. Покрај сензибилизаторите со кои се постигнува саканата спектрална осетливост, во секој слој се наоѓа по една компонента на бојата (KB), која со продуктот на оксидацијата на развивачот (POR) при обработката на експонираниот материјал дава боја (B), односно негатив на оригиналот во една комплементарна боја: жолта, пурпурна или сина (цијан). Создавањето на боја во одделни слоеви при развивањето може да се покаже со општата равенка:



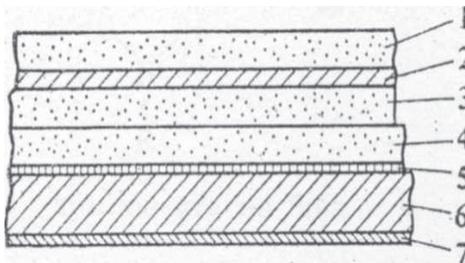
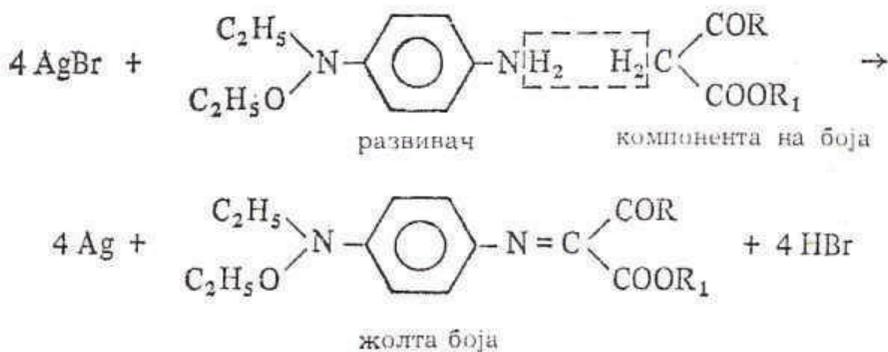
Како развивачи се користат деривати на p-фенилендиамин, а најчесто етил-оксиетил-p-фенилендиамин:



На сликата 7 шематски е прикажана градбата на фотографскиот материјал кој се користи за добивање негатив во боја (Агфа). На сликата 7, прв е несензибилизираниот фотоосетлив слој кој се состои од сребро халогенид, распореден во полимер (најчесто желатин). Покрај сребро халогенид, во овој

слој се наоѓа и една компонента на боја која со продуктот на оксидацијата на развивачот при обработката на експонираниот материјал дава жолта боја, негативот на оригиналот е во жолта боја. Како компонента на бојата во овој слој често се користи естер на ацето оцетна киселина: $\text{CH}_3\text{OCCH}_2\text{COOR}_1$.

Реакциите кои водат кон создавање на жолта боја во првиот фотоосетлив слој, можат упростено да се прикажат на следниов начин...



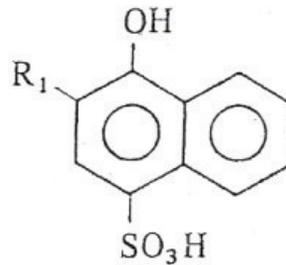
Сл. 7. -Шематски приказ на градбата на фоторафскиот материјал за добивање негативи во боја. 1- слој осетлив на виолетово-сината зона на спектарот, 2- жолт филтер, 3-слој осетлив на зелената зона на спектарот, 4- слој осетлив на црвената зона на спектарот, 5- врзивен слој, 6-подлога и 7 - долен заштитен слој.

Во третиот слој покрај сребро халогенидот се наоѓа сензибилизатор, кој го прави овој слој мошне осетлив и на зелената зона на спектарот. Како компонента на бојата во овој слој се наоѓа компонентата на пурпурната боја и тоа најчесто метилен цијанид (малонитрил) (а) или деривати на пиразол (б).

Во четвртиот слој, покрај сребро халогенидот се наоѓа сензибилизатор кој го прави овој слој осетлив, освен на виолетово-сината и на црвената зона на спектарот, како и компонента на сината, боја. Во својство на компонента на сината боја се користат деривати на фенол (а) или α -нафтол (б).

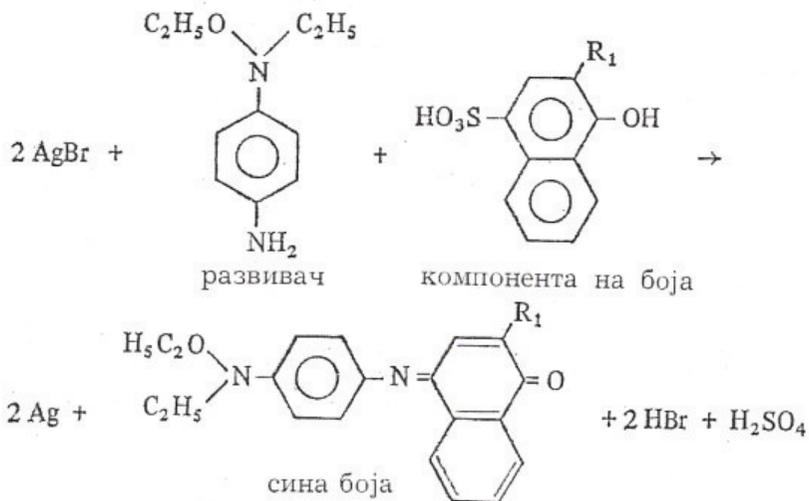


(а)



(б)

Создавањето на сината боја во овој слој при развивањето на експонираниот материјал може да се опише со следнава брутореакција:



R_1 во компонентите на бојата претставува долга јаглеродородна верига ($-C_{18}H_{37}$ или $-C_{17}H_{35}$), со која

компонентата на бојата се фиксира во еден слој, со што се спречува нејзината дифузија во соседните слоеви.

Развивачот при обработката на експонираниот филм во бојата има двојна улога. Како прво, тој ги редуцира јоните на среброто во осветлените микрокристали на сребро халогенидот до сребро и притоа оксидира. Производот на оксидацијата на развивачот, потоа реагира на местото на создавањето со компонентата на бојата и ја дава бојата. Количеството на создадената боја е пропорционално на количеството на редуцираното сребро, па како резултат на дејството на развивачот во секој слој се добиваат по два негатива на оригиналот: еден црно-бел и еден во боја. Со натамошната обработка на развиениот филм во бањата за фиксирање (амониум-тиосулфат) и белењето (калиум-ферицијанид) од филмот се отстранува сето сребро и по обработка во бањата за стабилизација на бојата се добива негатив во боја. Од ваквиот негатив може со копирање, со употреба на филтер на соодветни материјали, да се добијат фотографии во боја (хартија како подлога) или дијапозитиви (провидна фолија и полимерен материјал како подлога). Дијапозитивите во боја, како и црно-белите можат да се добијат и со директна постапка.

Кај фотографските материјали кои се користат за добивање на фотографии во боја, дебелината на фотоосетливиот слој (емулзијата) се движи од 15 до 25 μm . Врзивниот слој, подлогата и заштитниот слој во овој случај се исти како и при фотоосетливиот материјал кој се користи за добивање на црно-бела фотографија. Операциите за добивање на фотоосетлива емулзија и за нејзино нанесување на подлогата исто така не се разликуваат битно од соодветните операции што се опишани во поглавјето 1.

I. 5. СОСТАВ И ОСОБИНИ НА КОПИРАНИТЕ СЛОЕВИ

За да може со фотомеханичка постапка да се изработи печатарска форма, без оглед на постапката на печатот, неопходно е сликата на оригиналот што сакаме да ја репродуцираме да се пренесе на површината на печатарската форма. Тоа се постигнува на тој начин што на површината на идната печатарска форма се нанесува фотоосетлив слој, копирен слој и над него се поставува негатив, позитив или дијапозитив, зависно од постапката на печатот, а потоа се

осветлува со силен извор на светлина (ксенонска или металхологена ламба). Како резултат на осветлувањето, на местата што се наоѓаат под провидните делови на негативот или на позитивот доаѓа до зацврстување на копирниот слој. Со отстранување на незацврстените делови на копирниот слој на површината на печатарската форма се добива соодветна релјефна слика на оригиналот.

Какви особини треба да има копирниот слој зависи од постапката на печатењето. При изработката на печатарските форми за висок печат, копиралиот слој треба да биде отпорен на дејството на киселини. При доработката на печатарски формат за офсет-печат, копиралиот слој во еден случај треба по зацврстувањето да формира печатарски елементи (негативска постапка) или да послужат како привремена заштита на непечатарските елементи на печатарската форма од хидрофобизиращкото средство (позитивска постапка). При изработката на печатарски форми за длабок печат со примена на пигментна хартија, копирниот слој служи како регулатор на количеството на средствата за нагризување кое ќе дојде на површината на печатарската форма.

Во практиката се користат три вида копирни слоеви:

- копирни слоеви со бихромати.
- копирни слоеви со фотоосетливи дијазосоединенија,
- копирни слоеви со супстанции кои полимеризираат под дејството на светлината (фотополимерни копирни слоеви).

Копирните слоеви со бихромати се формираат од раствор на некој полимер во вода (желатин, поливинил алкохол или некој негов дериват) и калиум, $K_2C_2O_7$, или со амониум бихромат $(NH_4)_2Cr_2O_7$. Чистите соли на хромната киселина не се осетливи на светлината, тие ја добиваат таа особина дури во присуството на некои органски супстанции.

Копирниот слој со бихромати се подготвува директно пред употребата во фотолабораторијата, така што водениот раствор на поливинил алкохол и амониум бихромат се излива над идната печатарска форма, се суши и веднаш се експонира. Ваквиот начин на примена е неопходен затоа што со време и без осветлување доаѓа до зацврстување на копирниот слој. При осветлувањето на бихроматниот копиран слој доаѓа до создавање на мешан оксид на хром $Cr_2O_3 \cdot x CrO_3$, кој ги вмрежува макромолекулите на поливинил алкохолот и ги прави нерастворливи.

Дијазосоединијата, кои се користат за подготвување на копирни слоеви, ги содржат карактеристичните групи: $-N = N-$, $-N \equiv N$ или $\equiv N = N$ кои се врзани обично со C-атомот на бензол или нафталин.

При дејството на светлината, ваквите соединенија се распаѓаат и даваат продукти кои можат да ги вмрежат макромолекулите и на тие места копирниот слој станува нерастворлив. Копирните слоеви со дијазосоединенија се повеќе се применуваат затоа што се стабилни и можат да се подготвуваат надвор од местото на употреба во специјализирани погони.

Табела 4 – Макромолекулски супстанции и зацврстувачи кои се користат за правење на копирни слоеви

Вид макромолекули	Зацврстувач	Област на примена на копирниот слој
поливинил алкохол	соли на хромна кис., диазо соединенија	печат. форми за висок и офсет печат
желатин	соли на хромна кис., диазо соединенија	печат. форми за сите видови печат
туткал	соли на хромна кис., диазо соединенија	печат. форми за висок печат
албумин	соли на хромна кис.	печат. форми за офсет печат
диазосмоли	фотоиницијатор	печат. форми за офсет печат
фотополимерни композиции	фотоиницијатор	печат. форми за висок и офсет печат

Во табелата 4 се наведени макромолекулските супстанции кои заедно со дијазосоединенијата се користат за подготвување на копирни слоеви.

Фотополимерните копирни слоеви се состојат од супстанции кои можат да полимеризираат под дејство на светлината (мономер, олигомери и полимери со двојни врски) и така стануваат нерастворливи. Ваквите копирни слоеви содржат и фотоиницијатор. Фотоиницијаторот, под дејството на светлината, се распаѓа на радикали кои ја иницираат реакцијата на полимеризирањето, односно зацврстувањето на копирниот слој. Покрај наведените компоненти, во копирниот слој мошне често се додаваат и стабилизатор, пластификатор и инхибитор. Овие компоненти се додаваат заради подобрување на механичките својства на копирниот слој. Ваквите композиции се викаат фотополимерни композиции и се почесто се користат и за добивање на комплетни печатарски форми за висок печат.

Провери го своето знаење:

- 1* Објасни ја градбата на фотографските материјали за добивање на негатив во боја?
- 2* Прикажи ја реакцијата за жолта боја?
- 3* На кој начин се одвива реакцијата за пурпурна (магента) боја?
- 4* Прикажи ја равенката за добивање на сина (цијан) боја?
- 5* Каква улога има развивачот за фотографските материјали во боја?
- 6* Објасни го составот на копирните слоеви?
- 7* Кој особини кај копирните слоеви ги познаваш?

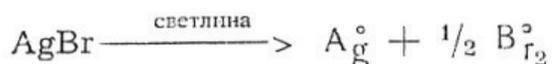
I. 6. РЕПРОДУКЦИЈА

I. 6. 1. РЕПРОПОДГОТОВКА

За репродукција на слики, илустрации, цртежи и други мотиви што не можат да се сложат со личниот слагачки материјал, потребно е оригиналот да се сними. Снимањето се врши со фотографски апарат на фотографски материјал. За да се добие фотографска слика потребно е да се одвојат неколку фотохемиски реакции. Всушност, основен услов за да дојде до фотохемиска реакција е да имаме фотоосетлива материја, која ќе реагира и ќе стане активна ако на неа паднат светлосни зраци. Секоја фотохемиска реакција се состои од две фази, и тоа:

- примање на енергијата од светлината;
- хемиска реакција како последица на примената енергија.

Во природата се среќаваме со многу фотоактивни материји, а и голем број од металните соли се, исто така, фотоактивни. Од нив посебно ќе ги истакнеме сребрените халогениди, на чии фотохемиски реакции се темели фотографскиот процес. Наједноставна фотохемиска реакција е процесот фотолиза. Познато е дека при оваа реакција доаѓа до распаѓање на молекулот, како на пример при фотолизата на сребрен бромид:



На оваа фотохемиска реакција се темели фотографскиот процес. Под дејство на светлината може да дојде до создавање на нови соединенија, а тоа е всушност процесот на фотосинтеза. Брзината на фотохемиските реакции зависи од интензитетот на апсорбираната светлина во фотоосетливата материја, па така - колку е тој поголем, толку реакцијата ќе биде побрза. Концентрацијата на фотоактивните материји, исто така, влијае на брзината од фотохемиската реакција, додека истата не е многу зависна од температурата.

I. 6. 2. ГРАДБА И ПРОИЗВОДСТВО НА ФОТОГРАФСКИОТ МАТЕРИЈАЛ

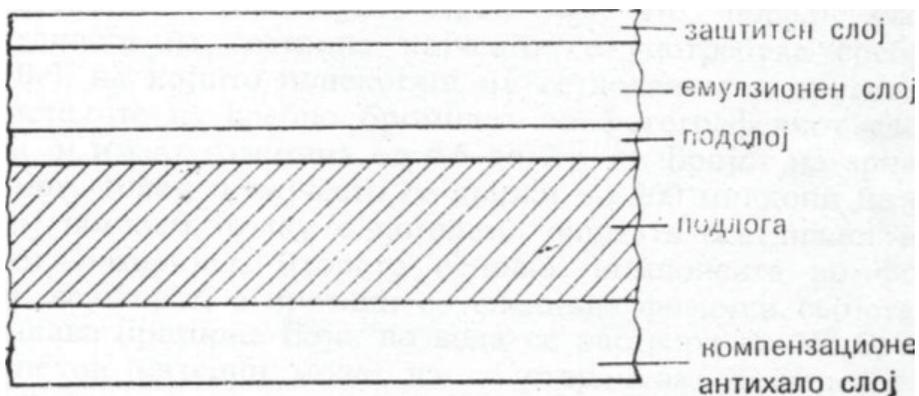
Фотографскиот материјал служи за добивање на сликата, со помош на фотографска постапка. Неговите основни компоненти се:

- а) подлога;
- б) фотографски или осетлив слој.

Што се однесува до видот на подлогата фотографските материјали можеме да ги поделиме во две поголеми групи, и тоа:

а) Филмови

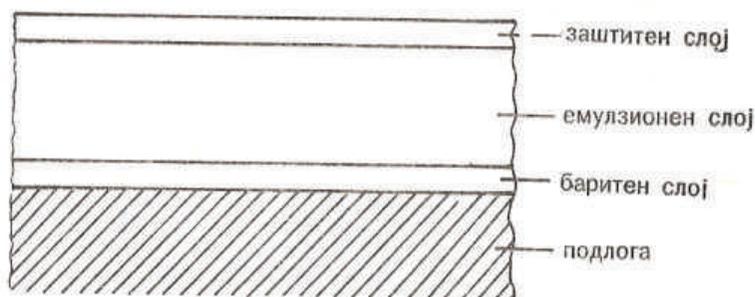
Како подлога на оваа група фотографски материјали се употребува транспарентна фолија, која треба да ги има следниве физичко-механички својства: да се витка, да е цврста, лесна и димензионално постојана. Подлогата исто така треба да е хемиски инертна спрема фотоосетливиот слој, а како прва филмска подлога се користела нитроцелулозата. Во поново време, особено за филмовите со голем формат, како и за графичките филмови се употребува полиестерска фолија со многу голема димензионална постојаност. Освен подлогата и слојот, овој фотографски материјал е составен од потслој и заштитен слој, кои се нанесени од истата страна од каде што е фотоосетливиот слој. Потслојот има задача да обезбеди што е можно подобро сврзување на фотоосетливиот слој за подлогата, а заштитниот слој се нанесува најгоре со цел да го заштити фотоосетливиот слој од механички повреди. Од спротивната страна, т.е. под подлогата, е нанесен компензационен антихало слој, кој има задача да ја апсорбира останатата светлина што поминала низ фотографскиот материјал, а не реагира со него.



Сл.8 -Градба на транспарентен фотографски материјал (филм)

б) Фотографска хартија

За овој вид фотографски материјал како подлога се употребуваат специјални видови хартија со различна дебелина, т.е. граматура. И оваа подлога, исто така, мора да биде хемиски инертна спрема фотоосетливиот слој, димензионално постојана и постојана во текот на процесот за обработување и сушење на високи температури. Кај овој фотографски материјал потслојот е од барит и тој има неколку улоги: ја зголемува белината на подлогата, а со тоа и рефлексивната на светлината, дејствува како поврзувач на фотоосетливиот слој за подлогата, а истовремено ги пополнува евентуалните нејзини нерамнини. Денес се почесто овој слој се заменува со тенка превлака од полиетиленски слој, кој многу ги подобрува оптичките својства на фотографскиот материјал. И кај фотографската хартија најодозгора е нанесен заштитниот слој, чија задача е да го заштити фотоосетливиот слој од механички повреди.



Слика 9 - Градба на фото - хартија

в) Фотографски или осетлив слој

Основните компоненти што го сочинуваат фотографскиот слој се материи осетливи на светлина и желатин, кој е во облик на колоид и во него подеднакво се распоредени другите материи. За таа цел порано, а и сега, се употребуваат фотоактивните сребрени халогениди и тоа: AgBr , AgCl , AgJ . Но, поради својата голема осетливост на светлина најчесто се употребува сребро бромидот (AgBr), на којшто понекогаш му се додаваат и другите халогениди. Кристалите на сребро бромидот во фотографскиот слој ги викаме зрна, и имаат големина од 0,5 до 2 μm . Бројот на зрната во слојот е многу голем и најчесто се движи до 500 милиони на cm^2 и колку е тој поголем, толку е поголема општата осетливост на фотографскиот материјал. Втората основна компонента во фотографскиот слој, всушност, е протеин со следниве физички својства: има жолтеникава провидна боја, во вода се раствора на 35°C , а со додаток на некои материи може да се стврдува. Хемиските својства на желатинот се многу значајни за фотографскиот слој, бидејќи тој има некои органски и неоргански материи кои ја зголемуваат општата осетливост на фотографскиот слој. Според тоа, произлегува дека желатинот ги има следниве својства во фотографскиот слој: меѓусебно ги поврзува сребрените халогениди и истите за подлогата, го забрзува процесот на развивање, ги подобрува фотографските својства на слојот и др.

Провери го своето знаење:

- 1* Од колку фази се состои фотохемиската реакција и кој се тие?
- 2* Напиши ја хемиската реакција за распаѓање на сребрениот бромид (AgBr)?
- 3* Што се тоа филмови и како се градени?
- 4* Објасни ја градбата на фотографската хартија?
- 5* Кои компоненти го сочинуваат фотографскиот (осетливиот) слој?

1. 6. 3. ДОБИВАЊЕ НА ФОТОГРАФСКА СЛИКА

а) **Осветлувањето на фотографскиот материјал** се врши во фотографскиот апарат или во некој друг репрофотографски апарат. При осветлувањето на фотографскиот слој, фотоосетливите материји што се наоѓаат во слојот ја апсорбираат светлината. Всушност, тука во тој момент доаѓа до фотохемиска реакција, односно до процесот фотолиза при што сребро бромидот се одвојува на сребро и бром. Притоа, апсорбираниот фотон на светлината продира во зрното на сребро бромидот и од јонот на бромот ослободува еден електрон.

Тој слободен електрон се прифаќа за јонот од сребротото кој е електропозитивен и преминува во неутрална состојба, па сребротото како елементарно може да се таложи на површината и со тоа се создава скриена слика.

б) **Обработката на фотографските материјали** ги подразбира процесите со кои од скриена слика се добива видлива постојана слика. Овој процес се состои од следните технолошки фази: развивање, фиксирање, плакнење со вода и сушење на фотографскиот материјал.

1. 6.3.1. РАЗВИВАЊЕ НА ФОТОГРАФСКИТЕ МАТЕРИЈАЛИ

Развивањето е процес кој се состои од редукција на осветлените зрна на сребрениот халогенид, што е во фотографскиот слој со метално сребро кое формира видлива слика. Процесот се изведува во раствор кој се вика развивач, а се состои од: развивачка супстанција, конзерванс, алкалии, средство за успорување и вода како растворувач. Како развивачка супстанција најчесто се користат ароматски соединенија, како што се: хидрокинон, пирокатехин, пирогалол, метол, хидрохлорид и други.

Конзервансот е соединение кое има задача да го врзува кислородот од воздухот, па за таа цел најчесто се користи натриум сулфид (Na_2SO_3). Всушност, задача на конзервансот е да не дозволи оксидирање на развивачката супстанција.

Алкалии се базични соединенија и тоа најчесто натриум хидроксид (Na OH), калиум хидроксид (KOH) или солите натриум карбонат (Na₂ CO₃), калиум карбонат (K₂ CO₃) и други.

Со додавање на алкалиите се зголемува активноста на развивачот, а тоа е последица на зголемената pH-вредност на растворот, при што се зголемува и редокс-потенцијалот на развивачот. Успорувачот е средство што го успорува процесот, односно ја регулира брзината на развивањето а за таа цел најчесто се употребува калиум бромид (KBr).

1. 6. 3. 2. ПОДГОТОВКА И ЧУВАЊЕ НА РАЗВИВАЧОТ

Развивачот се изработува на тој начин што најнапред точно ќе се измерат сите супстанции кои го сочинуваат развивачот, а потоа истите, според рецепт, се мешаат. Најчесто редоследот за мешање изгледа вака: се растопува развивачката супстанција, потоа натриум сулфитот, па алкалиите и калиум бромидот. Притоа, мора да се внимава секоја компонента целосно да се растопи, а температурата на растопување е до 40°C. Развивачите не се постојани раствори, а нивната постојаност зависи од нивниот состав и условите во кои се чуваат. Ако во магацинскиот простор има повисока температура, или пак ако развивачот е изложен на силна дневна светлина, тој брзо ќе оксидира и ќе ја изгуби својата активност за развивање. Затоа развивачите треба да се чуваат во темни садови и простории, каде што допирната површина со воздухот е минимална, а температурата ниска.

1. 6. 3. 3. ДОТРАЈАНОСТ И РЕГЕНЕРИРАЊЕ НА РАЗВИВАЧОТ

При користење на развивачот доаѓа до опаѓање на неговата активност за развивање. Тоа е резултат на смалената концентрација на составните компоненти, а посебно на развивачката супстанција. За изработка на аматерска фотографија дотрајаноста на развивачот се компензира со продолжување на времето за развивање. Се разбира до одредени граници, бидејќи времето на развивање не може да биде бесконечно долго. Кај професионалното развивање потребен е врвен и континуиран квалитет, а тоа значи дека треба

да се има развивач со константен состав. Исправноста на развивачот овдека се контролира со хемиско-аналитички методи, односно со повремено развивање на сензитометриски примероци.

1. 6. 3. 4. ВИДОВИ НА РАЗВИВАЧИ

Познато е дека во репрофотографијата, а за потребата на графичкиот технолошки процес, може да се изработат два вида предлошки. Станува збор за негатив и дијапозитив со еднотонско или со повеќетонско зацрнување. Според тоа, секако, треба да имаме и два вида развивач, и тоа:

а) Негативен развивач. Во оваа група спаѓаат развивачите со пониска рН-вредност кои можат да имаат само една развивачка супстанција и тоа најчесто се употребува метанол. Карактеристично е што тие даваат многу мал контраст на развиената слика. Во поново време се употребуваат двокомпонентни негативни развивачи, кај кои како развивачки супстанции се употребува метол и хидрокинон или фенол и хидрокинон: Нив ги карактеризира многу поголема активност при развивањето, како и задоволителен контраст па фотографската слика.

б) Позитивни развивачи. Во оваа група спаѓаат развивачите во кои се додадени појаки алкалии, па кај нив времето на развивање е пократко. Како развивачка супстанција и овде се употребува метол и хидрокинон или фенидон и хидрокинон. Во оваа група спаѓаат и развивачите за фотохартија, кои зависно од видот на хартијата имаат различен состав.

Провери го своето знаење:

1* Што подразбираш под поимот осветлување на фотографскиот материјал?

2* Зошто се спроведува процесот развивање на фотографскиот материјал?

3* Како се подготвува и чува развивачот?

4* Објасни ја истрошеноста и регенерирањето на развивачот?

5* Кои видови на развивачи ги познаваш?

1. 6. 3. 5. НАЧИН НА РАЗВИВАЊЕ

Како што е познато развивањето е хемиски процес во кој се одвиваат низа хемиски реакции, а од нив основна е редокс-реакцијата на осветлените зрна од сребрените халогениди и развивачката супстанца. При спомнатата реакција настанува елементарно сребро тоа се наталожува и ја сочинува скриената слика, а како нуспроизводи на споменатата реакција се јавува оксидациски производ на развивачката супстанција и бромводород. Елементарното сребро се таложи на фотографската слика, кинолот се поврзува со натриум сулфидот од развивачот и останува во растворот, а настанатиот бромводород се неутрализира со алкалиите од развивачот.

1. 6. 3. 6. СТРУКТУРА И БОЈА НА СРЕБРЕНАТА СЛИКА

Со редукција на сребрениот јон во текот на развивањето се создава елементарно сребро кое се таложи од фотографскиот слој во облик на купчиња од сребрени зрна. Со микроскопско гледање е утврдено дека тие купчиња се градени од многу фини зрна кои имаат неправилен облик и различна дебелина. Развиените сребрени зрна имаат црна боја, заради тоа што металот се наталожува од воден раствор. Различното зацрнување на готовата слика е резултат на различниот број од развиени сребрени зрна. Најголемо зацрнување ќе има на оние места од фотографскиот материјал каде што сите зрна од сребрениот халогенид се осветлени и развиени.

1. 6. 3. 7. ФАКТОРИ ОД КОИ ЗАВИСИ РАЗВИВАЊЕТО

Времето на развивање е зависно од типот на емулзиониот слој, составот на развивачот, начинот на развивање, мешањето и температурата. Така, слоевите со поситни зрна на сребрениот халгенид најчесто многу побрзо се развиваат од слоевите со покрупни зрна. Ако во развивачот има повеќе алкалии или алкалиите се појаки, тој побрзо ќе го развива фотографскиот материјал. Температурата е многу влијателна врз процесот на развивање, па затоа се настојува таа да биде константна. Најчесто развивањето се врши на 20° C, но во последно време се произведуваат фотографски материјали кои можат да се

развираат на температура и од 40° C, а со тоа многу се скратува целиот фотографски процес. При процесот на развивање потребно е константно мешање на развивачот со што се постигнува поголема негова активност. Тоа се објаснува со фактот што при мешањето иа површината на емулзивниот слој секогаш доаѓа непотрошен развивач и истиот побрзо реагира со сребрениот халогенид. Мешањето на развивачот може да биде со помош на мешалки и интерен воздух.

1. 6. 3. 8. ПРЕКИНУВАЊЕ НА РАЗВИВАЊЕТО

Со процесот на развивање се добива сребрена слика па фотографскиот материјал. Метутоа, таа слика се уште не е постојана, Бидејќи преостанатите неосветлени зрна од сребрениот халогенид, се уште би можеле да реагираат на светлина, а со тоа и да ја поништат развиената слика. Затоа по процесот на развивање мора да уследи процес со кој брзо ќе се прекине развивањето, а потоа ќе се отстранат сребрените зрна од сребрениот халогенид. Процесот за прекинување на развивањето се изведува најчесто во оцетен кисел раствор, кој го неутрализира преостанатиот развивач во слојот, а со тоа брзо ја смалува активноста на развивање. Во растворот за прекинување на развивањето може да се додадат соединенија за стврдување па емулзионот слој.

1. 6. 3. 9. ФИКСИРАЊЕ

Тоа е фаза во процесот за обработка на експонираниот фотографски материјал, при што се отстрануваат неосветлените зрна на сребрениот халогенид од самиот слој, а при тоа сликата што е добиена со развивањето е видлива и постојана. Брзината на фиксирањето зависи од многу фактори, како што се: дебелина на емулзиониот слој, големина на зрната од сребрениот халогенид, присутност на сребрен јод (го забавува процесот), температура, мешање и друго. Како оптимално време за фиксирање се одбира времето кое е барем двапати подолго од времето што ни е потребно да се разбистри сликата на фотографскиот материјал со транспарентна подлога. Постојат

неколку видови фиксири, како што се: неутрален, кисел, брз и фиксир за втврдување.

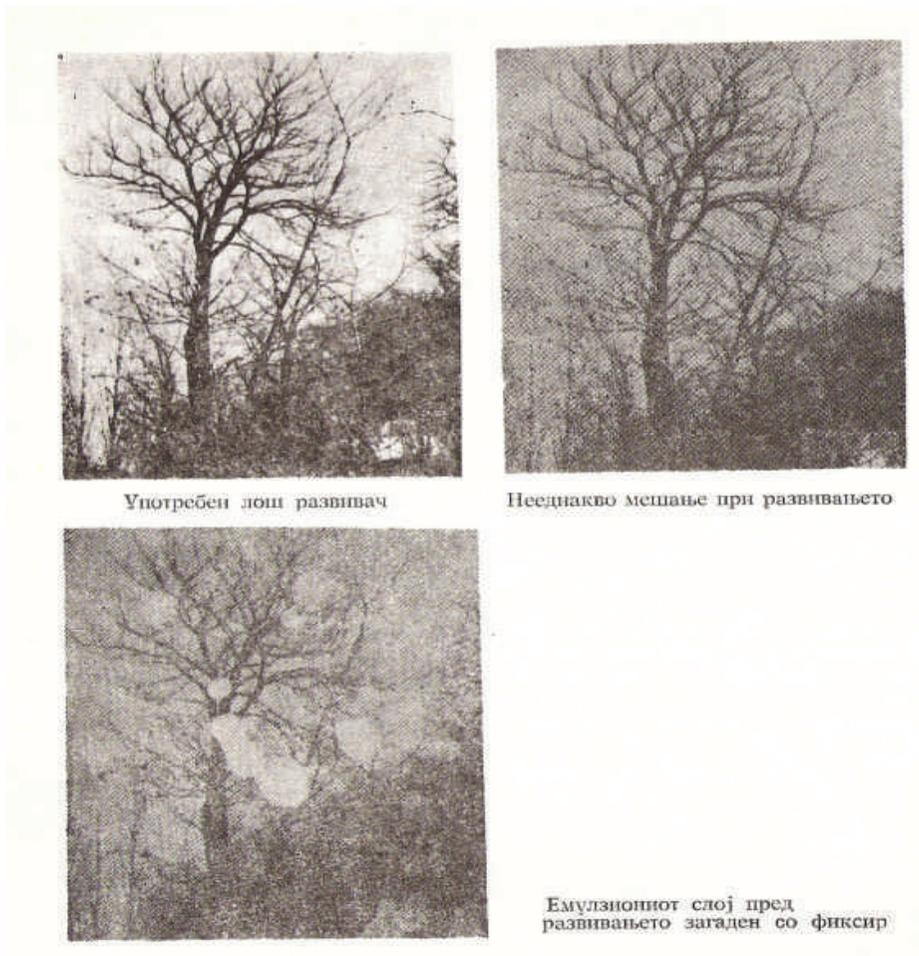
1. 6. 3. 10. ПЛАКНЕЊЕ И СУШЕЊЕ НА ФОТОГРАФСКИОТ МАТЕРИЈАЛ

За да се добие стабилна и крајна слика, фотографскиот материјал, по процесот на фиксирањето, мора да биде наполно исправна.

Всушност, во фотографскиот слој по процесот на фиксирањето не смее да остане ни едно соединение, кое може да предизвика распаѓање на фотографската слика. Плакнењето на фотографските материјали се изведува во свежа течна вода, а неговата брзина зависи од: дебелината на фотографскиот слој, начинот на плакнење, температурата, иа најчесто времето на плакнење изнесува помеѓу 15 до 30 минути. Сушењето на фотохартијата со повисока температура се одвива во преси за висок сјај на хромирани плочи или па плочи од челик.

1. 6. 3. 11. ГРЕШКИ ПРИ ОБРАБОТКАТА НА ФОТОГРАФСКИТЕ МАТЕРИЈАЛИ

Најголем број грешки при обработката на фотографските материјали се јавуваат при процесот на развивањето, а тоа се употребата на дотрајан развивач, неедноличното мешање на развивачот, емулзиониот слој пред развивањето е загаден со фиксир и друго. Грешките кои настануваат при процесот на сушење може да бидат: оштетен емулзиски слој поради вклопување на честички од прашина и појава на бели флеку поради плакнење со вода што содржи многу калциумови соли. Исто така, при сушењето на фотографската хартија може да дојде до појава на флеку кои немаат голема сјајност, следствено на неедноличниот контакт помеѓу слојот и хромираната плоча или поради нечистата хромирана плоча.



Слика 10 - Грешки при развивањето на фотографскиот материјал

Провери го своето знаење:

- 1* Кои начини на развивање на фотографски материјали ги познаваш?
- 2* Каква е структурата и бојата на сребрената слика?
- 3* Од кои фактори зависи развивањето?
- 4* Што постигнуваме со прекинување на развивањето?
- 5* Каков процес е фиксирањето на фотографските материјали?
- 6* Зошто се плакне и суши фотографскиот материјал?
- 7* Какви грешки се случуваат при обработката на фотографските материјали?

I. 6. 4. СВОЈСТВА НА ФОТОГРАФСКИТЕ СЛОЕВИ

Со проучување, испитување и одредување на својствата кај фотографските слоеви се занимава посебна гранка од репрофотографијата која се вика сензитометрија. Сензитометриските методи за испитување се темелат на физичко-хемиски мерења, а се применуваат при испитување на фотографските слоеви. Тие имаат многу својства што се битни за квалитетот на фотографската слика, а се поврзани со интензитетот на осветлување.

I. 6. 4. 1. ФОТОГРАФСКА ЕКСПОЗИЦИЈА

Продуктот на интензитетот на светлината (I) и времето на осветлувањето (t) во репрофотографијата се нарекува експозиција (E).

$$E = It$$

Бидејќи интензитетот на осветлувањето се мери во лукси, а времето на осветлувањето се мери во секунди, единица за фотографската експозиција е лукс-секунда ($Lx\text{-Sek}$).

Според тоа, произлегува дека експозицијата е прва и основна фаза во фотографскиот процес.

I. 6.4.2. ОПАЦИТЕТ, ТРАНСПАРЕНТНОСТ И РЕФЛЕКСИЈА

При дејствувањето на експозицијата и по обработката на фотографскиот материјал се добива фотографска слика, која е изработена од црно елементарно сребро. Ако на таа фотографска слика (негатив) дејствуваме со светлина, дел од тој интензитет ќе го апсорбира негативот, а дел ќе помине низ него. Односот помеѓу интензитетот на почетната светлина и светлината што поминала се вика опацитет (O) или непровидност.

Таа непровидност е реципрочна вредност на транспарентноста, т.е. провидноста на фотографскиот материјал, односно негативот. Најголемата транспарентност изнесува 1 или 100%, а во тој случај интензитетот на почетната светлина е еднаков со интензитетот на светлината што поминала низ негативот: Таков случај ќе се појави на местата каде што

воопшто нема зацрнување и обратно, колку е поголемо зацрнувањето иа сликата, транспарентноста ќе биде помала. Ако фотографската слика се изработува на нетранспарентна подлога (фотографска хартија), во тој случај ќе може да стане збор за провидност или транспарентност. Тука разликата помеѓу интензитетот на почетната светлина и интензитетот на рефлексираната светлина се означува со факторот рефлексивност (R).

1. 6. 4. 3. ГУСТИНА НА ЗАЦРНУВАЊЕТО

Како резултат на целокупниот фотографски процес на фотографскиот материјал се добива слика од црно елементарно сребро. Колку е поголема површинската концентрација на среброто, толку е поголема оптичката густина на фотографскиот слој, која со сензитометријата се вика густина на зацрнувањето (D). Тоа во практичната работа се мери во подрачјето 0,01 до 3,5, а мерењето се изведува со помош на сензитометар (апарат за мерење на фотографски емулзии), кој може да биде: визуелен и фотоелектричен.

1. 6. 4. 4. НЕГАТИВНА — ПОЗИТИВНА ПОСТАПКА

Во репрофотографијата за добивање на слика најчесто се користи негативно-позитивна постапка. Во овој случај најпрвин на негативен фотографски материјал се изработува предлошка со негативна слика, а потоа од неа се копира на позитивен фотографски материјал и така се добива крајна реална слика од снимениот објект.

Негативната слика всушност е меѓуфазна слика во процесот за добивање на конечна вистинска слика. Таа, во однос на снимениот објект, е обратна по својата светлина и по страници. Притоа, мора да се води сметка добиениот негатив да има приближно еднаков контраст со оригиналот, а тоа е потребно за да се сочува верноста на репродукцијата. Во аматерската и професионалната фотографија за снимање на негативи се користат фотоматеријали на транспарентна провидна подлога, кои во практиката се познати како негатив-филмови.

Позитивната слика е краен производ на фотографскиот процес и претставува реална слика од снимениот објект. Ако е направена на фотографски материјал со транспарентна подлога

станува збор за дијапозитив, а ако е направена на фотографска хартија зборуваме за фотографија или фотос. Позитивната слика се добива од негативот со контактирање и со оптичко копирање.

Во првот случај ќе добиеме позитивна слика со иста големина како и негативот, а со копирање можно е да се добие зголемена или смалена слика. По копирањето се спроведува комплетниот процес за обработка на експонираниот фотографски материјал.

Провери го своето знаење:

- 1* Кои својства на фотографските материјали ги знаеш?
- 2* Што подразбираш под поимот фотографска експозиција?
- 3* Дефинирај ги опацитетот и провидноста кај фотографските материјали?
- 4* Што е тоа рефлексija и кога се случува?
- 5* Каква е густината на зацрнување кај фотографските слоеви?
- 6* Објасни ја негативно-позитивната постапка?
- 7* Каква е негативната слика?
- 8* Кои карактеристики ги има позитивната слика?

I. 6. 5. ОРИГИНАЛИ

За репродуцирање во графичката индустрија се употребуваат различни оригинали, кои може грубо да се поделат во одредени групи.

I. 6. 5. 1. СПОРЕД ОБОЕНОСТА ОРИГИНАЛИТЕ МОЖАТ ДА БИДАТ:

а) Еднобојни. Тука спаѓаат сите оригинали што имаат една боја и тоа најчесто црна, како што е црно-белата фотографија. Во тој случај, освен зацрнувањето, присутна е и бојата на подлогата, која најчесто е бела или светла.

б) Повеќебојни. Во оваа група спаѓаат оригиналите со повеќе бои, а типичен пример за тоа е колор-фотографијата.

I. 6. 5. 2. СПОРЕД ТОНОВИТЕ ОРИГИНАЛИТЕ ГИ ДЕЛИМЕ НА:

а) Еднотонски - станува збор за оригинали кај кои е застапен само еден тон, па според тоа тие најчесто се еднобојни. Овие оригинали во практиката се познати под поимот штрихови или цртежни оригинали.

б) Повеќетонски - тука спаѓаат оригиналите со повеќе тонови, а зацрнувањето се зголемува континуирано од најсветлите до најтемниот тон.

Овие оригинали можат да бидат еднобојни (црно-бели) и повеќебојни (колорна фотографија).

I. 6. 5. 3. СПОРЕД СОДРЖИНАТА ОРИГИНАЛИТЕ ГИ ДЕЛИМЕ НА:

а) Едноставни - станува збор за оригинали на кои е застапен само текст или само слика. Во тој случај издвоен е текстот од сликата, па и снимањето на вакви оригинали е поедноставно.

б) Комбинирани - кај овие оригинали истовремено се среќава и текст и слика. Всушност, тоа значи дека се работи за оригинали кои се покомплицирани и повнимателно треба да се снимаат. За процесот на репродуцирање најважни својства од некој оригинал се неговата обоеност и тоновите неговата тонска вредност.

Провери го своето знаење:

- 1* Што подразбираш под поимот оригинали?
- 2* На кој начин ги поделивме оригиналите?
- 3* Какви оригинали постојат според обоеноста?
- 4* Објасни како ги групувавме оригиналите според тонската вредност?
- 5* Што ги карактеризира еднотонските оригинали?
- 6* Кои карактеристики ги имаат повеќетонските оригинали?
- 7* Како ги поделивме оригиналите според содржината?

II. ЛЕПИЛА

II. 1. ОСНОВНИ ПОИМИ

Лепилата се чисти супстанции или смеси на супстанции од органско или неорганско потекло кои, благодарение на своите особини, се погодни за цврсто поврзување на предмети од исти или различни материјали. Основна особина на лепилата е да покажуваат мошне изразена адхезија спрема материјалите што ги залепуваат и да поседуваат доволно кохезија и стабилност за да може врската меѓу залепените предмети да биде трајна и цврста. За разлика од другите постапки на соединување (на пример заварување) при лепењето практично не се менуваат особините и обликот на материјалите кои се лепат.

Супстанциите или смесите од супстанции кои имаат својство на лепење се делат на лепила во потесната смисла и на поврзувачи. Лепилата во потесна смисла служат за поврзување на предмети со обработени и приспособени површини. Поврзувачите служат за поврзување на голем број предмети кои имаат неправилен облик и чии површини не се приспособени со претходна обработка една за друга. Една супстанција може во еден случај да се користи како лепило, а во друг како поврзувач. Растворот на уреаформалдехидна смола служи за лепење на фурнир за дрво, како лепило, додека како поврзувач се користи при поврзувањето на ситни парчиња дрво за да се формираат плочи на иверка или лесонит-плочи. Во натамошниот текст ќе бидат обработувани само лепилата во потесна смисла.

До пред одредено време (1940 год.) примената на лепилата беше ограничена. Користени се првенствено лепила со природно потекло (скроб, туткал итн.), со кои можеа успешно да се лепат дрво, хартија, кожа и некои други материјали. Со примената на синтетичките полимери во својство на лепила, нагло се зголеми бројот на материјалите кои можат успешно да се лепат, а со самото тоа и производството и примената на се поголем број лепила. Последните десетина години областа на примената значително е проширена со развивање и со производство на лепила постојани како на ниски (до -140°C), така

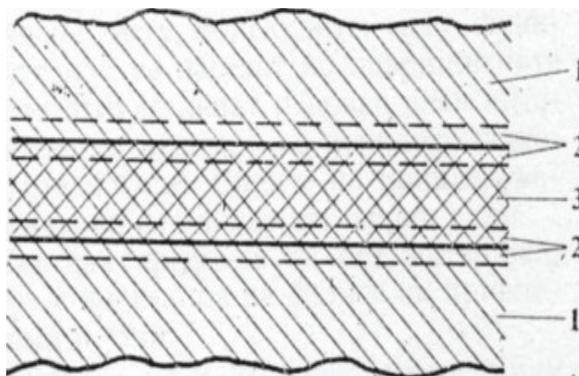
и на високи температури (до 800°C). Лепилата денес наоѓаат се поголема примена и во разни индустриски гранки како што се: градежната, автомобилската, изградбата на авиони, ракети и вселенски летала, машиноградбата итн. Денес веќе може да се констатира дека практично не постојат цврсти материјали кои не можат успешно да се залепат.

Без оглед на видот на лепилото и материјалите кои се лепат, типичниот процес на лепење ги содржи следниве операции:

- преведување на лепилото во состојба во која може да се нанесе на површината на предметот, што се залепува (растворање, топење итн.);
- подготвување на површината на предметот за лепење со механичка или со физичко-хемика обработка и нанесување на лепилото на површината,
- соединување на предметите кои се лепат преку површините на кои е нанесено лепилото.

Операцијата на соединување може да се изведе при зголемен притисок или температура. При оваа операција меѓу предметите кои се лепат се формира цврст слој на лепилото. Зависно од карактерот на лепилото, цврстиот слој на лепилото се формира со испарување на растворувачот или со дисперзионо средство (лепило во вид на раствор или дисперзија), со зацврстување на растопот на полимери при ладење (термолепила) или со зацврстување поради хемиски реакции (реактивни синтетички лепила).

Сл. 11- Шематски приказ на два предмета соединети со лепило: 1 - предмети кои се поврзуваат, 2 -тенки слоеви на лепило и на предметите со кои доаѓа до интеракција на лепилото и материјалите на предметите што се лепат, 3 - слој на лепило кој не се наоѓа под влијание на површната на предметите што се лепат



На слика 11 е даден шематски приказ на два предмета поврзани со лепило.

II. 2. КЛАСИФИКАЦИЈА НА ЛЕПИЛАТА

Бројот на новите материјали со мошне различни особини, како и на лепилата со кои можат да се залепат овие материјали се зголемува од ден на ден. Поради тоа, до денес не беше можно да се направи една сеопфатна класификација на лепилата, туку се применуваат поголем број класификации.

Лепилата можат да се групираат според областа на примената: лепила за дрво, кожа, пластични маси, метали, керамика итн. Ваквата поделба има практично значење, зашто го олеснува изборот на лепилата но дозволува можности едно исто лепило да се појави во повеќе групи.

Според температурата на примената, лепилата се делат на: лепила кои поврзуваат на ладно (15-35°C), лепила кои поврзуваат на топло (50-80°C) и лепила кои поврзуваат при покачени температури (80-160°C). Ваквата поделба укажува на опремата што е потребна за да се изведе процесот на лепење, но не дава информација за природата на лепилото, за особините и за областа на примената.

Лепилата практично се групираат речиси според секоја особина од значење за примената. Така на пример, постојат класификации според конечното својство на лепилата (отпорни на вода, на органски растворувачи, на микроорганизми итн.), според начинот на зацврстувањето (физичкото или хемиско) или според обликот во кој се применува лепилото (раствор, дисперзија, растоп итн.). Мошне често се применува

класификација на лепилата и според потеклото. Според овој критериум, лепилата се делат на: лепила од природно потекло и синтетички лепила. Природните лепила, потоа се делат во две подгрупи: лепила од растително и од животинско потекло. Синтетичките лепила се делат според хемиската градба на основната активна компонента на лепилото на: силиконски, епоксидни, поливинилацетатни лепила итн.

Провери го своето знаење:

- 1* Што подразбираме под поимот лепење?
- 2* Какви супстанции се лепилата?
- 3* Објасни го процесот на лепење?
- 4* Како ги класифициравме лепилата?
- 5* Кои карактеристики на топлите лепила ги познаваш?

II. 3. ТЕОРИИ НА ЛЕПЕЊЕ

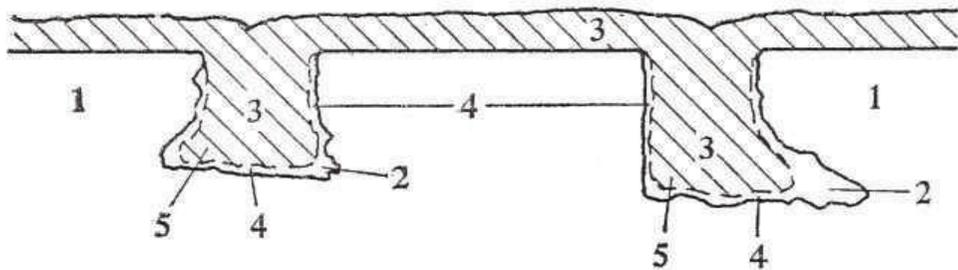
Разликите во особините на материјалите кои се лепат и супстанциите кои се користат за подготвување на лепилата, како и сложеноста на самиот процес на лепење, се причина што до денес не беше можно во една реченица да се даде одговор на прашањето: „Зошто лепилото залепува?“.

При контактот на лепилото и предметот што треба да се залепи, доаѓа до интеракција - привлекување меѓу молекулите, меѓу функционалните групи, атомите и јоните кои се наоѓаат во површинските слоеви на лепилото и на предметите што се лепат. Поради оваа интеракција доаѓа до поврзување, односно до атхезија на лепилото (адхезив) на површината на предметот (подлогата). Силите на привлекувањето меѓу различните молекулски видови се викаат атхезиони сили.

Кога ќе се доведат во контакт два предмета од ист материјал, доаѓа до појава на автоатхезија која е последица на силите на привлекувањето на ист вид молекули, атоми и јони.

Кохезијата претставува привлекување на молекулите, атомите или јоните на една супстанција кои не се наоѓаат во границата на фазите, туку во внатрешноста на фазата.

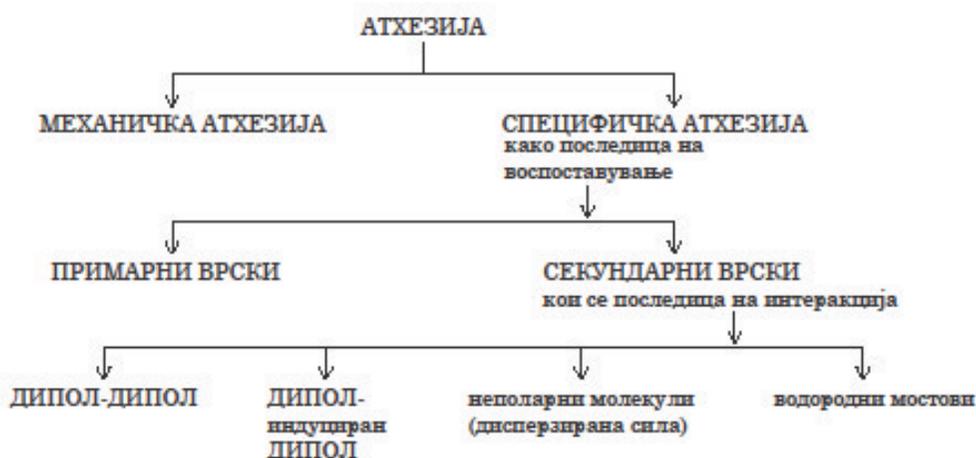
Врзувањето на лепилата за површината на предметите кои се лепат е последица на појавата на атхезија. Едно од првите толкувања на процесот на лепењето го предложи Мак Бен со соработниците. Според нив, врзувањето на лепилата за подлогата е последица на специфична и механичка атхезија. Специфичната атхезија е резултат на итеракцијата на молекулите или јоните на лепилото и подлогата. Механичката атхезија е последица на навлегувањето на лепилото во порите на предметите што се лепат и на поврзувањето со нив преку формираните клинови (сл.12), кои покрај специфичната атхезија придонесуваат за поцврсто поврзување на лепилото и подлогата.



Сл. 12 - Поврзување на лепилото со порозно тело според Мак Бен; 1 – порозно тело, 2 – пори, 3 - лепило, 4 - место на дејството на специфичната атхезија, 5 - формираните клинови на лепилото кои придонесуваат за механичка атхезија

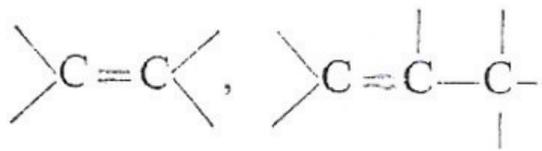
Потврда за своето сфаќање авторите виделе во фактот што порозните материјали, како што се хартијата, дрвото, керамиката итн., лесно се лепат. Едноставноста на ваквото толкување на лепењето е уочена по успешното лепење на предмети со мазни - полирани површини. При лепењето на предметите со мазни површини, учеството на механичката атхезија во врзувањето на лепилата со подлогата во однос на специфичната атхезија, може да се запостави. Специфичната атхезија или само атхезијата може да се оствари со

воспоставување на примарни или секундарни врски меѓу лепилата и подлогата. Примарните врски се воспоставуваат кога ќе дојде до хемиска реакција меѓу лепилата и подлогата. Секундарните врски можат да бидат различни и се создаваат како последица на интеракцијата на молекулите со перманентните диполи, молекули со перманентни диполи и молекули со индуцирани диполи, неполярни молекули и воспоставување на благородни мостови. На сликата 13 шематски е прикажано кои видови интеракции можат да се остварат кога ќе се доведат во контакт лепилото и подлогата.



Сл. 13 - Шематски приказ на видовите интеракции меѓу лепилата и подлогите

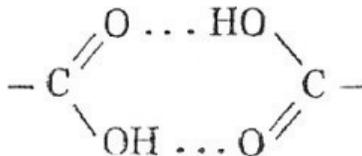
Молекулите со перманентни диполи се такви молекули чии центри на позитивно и негативно наелектризирање се раздвоени (на пример, молекули на вода, алкохол, органски киселини итн.). Неполярни молекули се, на пр. молекулите на тетрахлорјаглерод (CCl_4), на алифатски јаглороди ($-\text{CH}_2-\text{CH}_2$) итн. Кога еден молекул со перманентен дипол се приближува до молекул со голема поларизабилност, тој ќе предизвика во него раздвојување на наелектризирањето, односно ќе индуцира во него дипол. Молекули во кои лесно се индуцира дипол се на пример, молекулите со двојни врски бензол, нафталин итн.



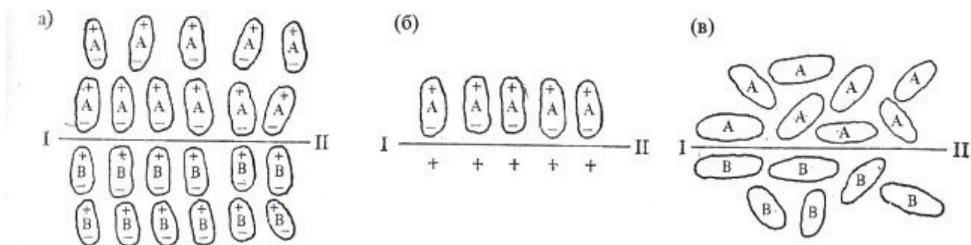
Молекулите со перманентни и индуцирани диполи меѓусебно се привлекуваат посилно од неполарните молекули.

Неспецифичните сили на привлекување кои се јавуваат меѓу сите атоми и молекули без оглед дали се наелектризирани или не, се викаат дисперзни сили. Овие сили се последица на интеракцијата на валентните електрони и не зависат од температурата. При интеракцијата на неполарните молекули, тоа се единствени видови сили кои се појавуваат.

Специфичен вид врска меѓу молекулите е водородната врска. Се создава благодарение на тоа што водородот може да формира врска меѓу два електронегативни атоми како што се кислородот, сулфурот и азотот. Водородните врски или, како што почесто се викаат, водородни мостови се појавуваат кај супстанциите кои во своите молекули имаат —ОН, —СООН или =NH групи. Воспоставувањето на овие врски е илустрирано на примерот на молекулите кои во својот состав имаат карбоксилни групи:



На сликата 14 шематски е прикажан резултатот на интеракцијата на лепилото и подлогата во случај кога: молекулите на лепилото и подлогата се перманентни диполи (сл. 14-а), кога молекулите на лепилото се перманентни диполи и можат да индуцираат диполи во молекулите на подлогата (сл. 14-б), и кога и едниот и другиот вид молекули се неполарни.



Слика 14. - Шематски приказ на резултатите на интеракцијата на лепилото и подлогата; а)молекули на лепилото, б)молекули на подлогата, I - II граница на фазите, в)интеракција на неполарни молекули.

При интеракцијата на молекулите со перманентни диполи (интеракција дипол-дипол), (сл. 14-а) се воспоставува најцврста врска меѓу лепилото и подлогата. Јачината на врска опаѓа при интеракцијата дипол-индуциран дипол (сл. 14-б), а најмала е при интеракцијата на неполарните молекули (сл. 14-в). Енергијата на врска на молекулите на лепилото и на подлогата во случајот на неполарните молекули се движи околу 4 кЈ/мол, додека во случајот на молекулите со перманентни диполи изнесува околу 20 кЈ/мол. Енергијата на врските при воспоставувањето на водородни мостови меѓу молекулите на лепилото и подлогата се движи околу 40 кЈ/мол. Најголема е енергијата на врските во случај кога меѓу лепилото и подлогата се воспоставуваат хемиски врски и тогаш изнесува околу 420кЈ/мол.

При нанесувањето на лепилото на подлогата, молекулите на лепилото се атсорбираат на површината на подлогата. Врз основа на овој факт, развиено е и сфаќањето според кое атсорпцијата на молекулите на лепилото на подлогата е најбитна за успешното лепење, па е развиена таканаречената атсорпциона, теорија на лепењето, односно атхеизијата. Неоспорно е дека при нанесувањето на секаво лепило на подлогата доаѓа до атсорпција на молекулите на лепилото на подлогата. Меѓутоа, експериментално е докажано дека атсорпционата теорија на атхеизијата не е секогаш доволна за толкување на успешното врзување на лепилото за подлогата. Пресметаната работа на атхеизијата (работата за раскинување на слојот на лепилото од подлогата) која е последица само на

физичката адсорпција, односно на воспоставувањето секундарни врски меѓу лепилото и подлогата, изнесува околу 10^{-4} J/cm^2 , а експериментално определените вредности за работата на адхезијата се значително поголеми и се движат од 10^{-3} до 10^{-1} J/cm^2 . Освен тоа, докажано е дека работата на адхезијата зависи од брзината на одлепувањето на лепилото од подлогата, што не може да се очекува ако работата на адхезијата се троши само за совладување на меѓумолекулските сили.

При контакт на два материјала, на пример, метал и полимер, поради различната работа на излегувањето на електроните доаѓа до преминување на електроните од едниот материјал на другиот. Едниот материјал е донор, а другиот акцептор на електрони. Поради тоа, граничниот слој на едниот материјал станува побогат, а другиот посиромашен со електрони. Како резултат на оваа појава, во границата на фазата се формира двоен електричен слој кој може да се спореди со еден микрокондензатор. Кај кондензаторот плочите се привлекуваат затоа што се спротивно наелектризирани. Ако под дејството на некоја надворешна сила дојде до раздвојување на плочите, разликата на потенцијалот расте, се до раскинувањето, кога доаѓа до забележливо разелектризирање на плочите.

Кротова и Дерјагин експериментално констатирале дека при раздвојувањето на лепилото од подлогата доаѓа до емисија на електрони и врз основа на тоа ја развиле електричната теорија на адхезијата. Врз основа на оваа теорија, до пораст на работата на адхезијата со порастот на брзината на одлепувањето на слојот на лепилото од подлогата доаѓа затоа што при бавното одлепување електроните делумно се враќаат на позитивно наелектризираната површина, при што доаѓа до нејзино делумно разелектризирање и до паѓање на потенцијалот меѓу слојот на лепилото и подлогата.

При брзото одлепување за тоа нема доволно време, па со порастот на растојанието доаѓа до зголемување на потенцијалот на разликата меѓу слоевите, а со самото тоа и работата на адхезијата е поголема. Оваа теорија, како и претходните нема општо значење, зашто со неа не може да се објасни на пр. фактот дека работата на адхезијата во некои случаи расте со намалувањето на разликата во хемиската градба на лепилото и подлогата, кога веројатноста за формирање на двоен електричен слој на границата на фазите станува се помала.

Постојат уште и дифузиона и хемиска теорија на атхезијата, но за нив овде нема да се зборува.

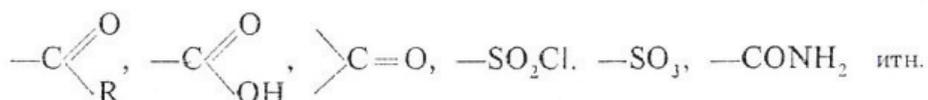
Провери го своето знаење:

- 1* Кои теории на лепење ги познаваш?
- 2* Што е атхезија и како ја поделивме?
- 3* Објасни ја механичката атхезија?
- 4* Дефинирај ја специфичната атхезија?
- 5* Што се случува при лепење на две исти материи?
- 6* Како настанува лепењето кај две различни материи?

II. 4. ВЛИЈАНИЕ НА ОДДЕЛНИ КОМПОНЕНТИ ОД ЛЕПИЛОТО НА НЕГОВИТЕ СВОЈСТВА

Лепилата најчесто се смеса на неколку компоненти како што се: макромолекулски супстанции, растворувачи, омекнувачи и полнила. Основна активна компонента на лепилата се макромолекулите. Атхезијата и кохезијата на макромолекулите, а со самото тоа и способноста за лепење на некое лепило, зависат од хемиската градба и од моларната маса на макромолекулите.

Макромолекулите се функционални групи:



покажуваат мошне изразено својство на лепење. Експериментално е докажано на примерите на полиакрилати и полиметакрилати дека на јачината на врската меѓу лепилото и подлогата има влијание и големината на молекулите на алкохолот кој е користен за естерификација на акрилната, односно на метакрилната киселина. Колку е поголем овој

молекул, се воспоставува посилна врска меѓу лепилата. врз база на наведените полимери, и подлогата. На својството на лепење на макромолекулите влијае не само присуството, туку и распоредот и функционалните групи, по должината на молекулската верига, како и еластичноста на самите макромолекулски вериги.

Влијанието на моларната маса на макромолекулите врз својствата на лепилата е сложено. Макромолекулите со мала моларна маса имаат ниска температура на топење, иако се раствораат и имаат добри атхезиони својства, но слаба кохезија. Макромолекулите со голема моларна маса имаат повисока температура на топење и мошне изразена кохезија, но лепењето за подлогата (атхезија) им е слабо, што практично значи дека макромолекулите со голема моларна маса се слаби лепила. Во табелата 5, се прикажани оптималните вредности на моларните маси за некои видови макромолекулски супстанции кои се користат како активни компоненти на лепилата.

Табела 5 - Оптимални моларни маси на некои макромолекули кои се користат како лепила

Вид макромолекули	Област на моларните маси
нитрат на целулозата	200 000 - 250 000
политилакрилат	4 500 - 9 000
поливинил ацетат	5 000 - 20 000
полиамиди	5 000 - 25 000
епоксидни смоли	1 000
полиизобутилен	100 000 - 200 000
фенолформалдехидни смоли	300 - 500
полиакрилати	120 000

При водењето на процесите на полимеризирање, односно кополимеризирање можно е да се влијае на моларната маса на макромолекулите и на хемискиот состав (содржината на функционалните групи) па според тоа и да се проектираат макромолекулите со особини кои ќе обезбедат нивно добро лепење за подлогата.

Голем број лепила се раствори на макромолекули во вода или во органски растворувачи. За да може меѓу предметите кои се лепат да се формира цврст слој, неопходно е од лепилото да се отстрани растворувачот. За таа цел по нанесувањето на лепилото на површината на предметите кои се лепат, се чека извесно време, неопходно од површините да испари потребното количество растворувач, па потоа предметите се спојуваат. Успехот на лепењето многу зависи од тоа дали пред соединувањето на предметите од лепилото е отстрането доволно количество растворувач. Сите производители на лепила во вид на раствор го наведуваат ова време во упатството за употреба. За отстранување на растворувачот од лепилото треба да се обезбедат такви услови при кои брзината на дифузијата на растворувачот од внатрешноста на површината на лепилото е приближна на брзината на испарувањето на растворувачот од површината на лепилото. Ако брзината на испарувањето на растворувачот е многу поголема на површината на лепилото, ќе се создаде коричка која ќе го отежнува натамошното отстранување на растворувачот. Ако во лепилото заостане големо количество растворувач, се добива порозен слој лепило кој има лоши механички особини.

Цврстиот слој на лепилото меѓу предметите кои се лепат се создава било со испарување на растворувачот, со зацврстување на растопот или поради хемиски реакции. Во сите случаи доаѓа до намалување на зафатнината на лепењето и до појава на внатрешни напони во неговиот слој, што влијае негативно на јачинаа на лепењето. За да се избегне појавата на внатрешните напони, на лепилата им се додаваат омекнувачи. Омекнувачите се нискомолекулски супстанции, како што се: дибутилфталат, трикрезилфосфат, етиленгликол и глицерин. Овие супстанции се во состојба да ја зголемат подвижноста на макромолекулите и на тој начин да ги намалат внатрешните напони во цврстиот слој на лепилото. Покрај тоа некои омекнувачи ја зголемуваат адхезијата меѓу лепилото и подлогата. Омекнувачите се додаваат на лепилата во количества од 0,05 до 10,0%.

Голем број лепила содржат и полнила. Под полнила се подразбираат органски или неоргански супстанции кои му се додаваат на лепилото, најчесто во облик на фин дисперзиран прав за да се подобрат својствата и да се намали неговата цена. Како полнила се користат: силикагел, цинк оксид, калиум карбонат, каолин итн. Во специјални случаи, кога е потребно на

лепилото да му се подобри топлотната или електричната проводливост, како полнила можат да се користат правови на метали.

II. 5. ВЛИЈАНИЕ НА УСЛОВИТЕ ЗА ЛЕПЕЊЕ ВРЗ ЈАЧИНАТА НА ЛЕПЕЊЕТО

Температурниот режим и должината на зацврстувањето на лепилата имаат битно влијание врз јачината на лепењето. Влијанието на температурата на лепењето особено е изразено кај терморективните лепила и лепилата во вид на растопи кои треба да имаат доволно мала вискозност за да дојде до задоволителен контакт меѓу лепилото и подлогата. До зацврстување и до побрзо и поцврсто лепење на терморективни лепила врз база на епоксидни и некои фенолформалдехидни смоли доаѓа при повисоки температури. Со испитување на процесот на лепење со лепилата кои поврзуваат и на ниски температури, констатирано е дека покажувањето на температурата влијае за намалување на времето на лепењето и најчесто за зголемување на јачината на лепењето. Продолжувањето на времето на лепењето на собна температура исто така влијае за зголемување на јачината на лепењето.

Лепењето на два предмета ќе биде поцврсто доколку е остварен подобар контакт меѓу лепилото и подлогата. Зголемувањето на притисокот влијае за подобро пополнување на отворените пори на површината на предметите кои се лепат со лепило (види сл. 12), а со самото тоа и за зголемување на површината на контактот и јачината на лепењето. При зголемувањето на притисокот доаѓа и до формирање на потенок и похомоген слој на лепилото со што, исто така, се зголемува и јачината на лепењето. Оптималниот притисок на лепењето се разликува за различни лепила. За лепилата врз база на епоксидни и полиуретански смоли лепењето се изведува во интервал на притисоци од 0,03 до 0,50 МПа, а за лепила врз база на модифициран каучук, фенолформалдехидни смоли или поливинил ацетати, неопходни се притисоци од 0,8 до 2,0 МПа.

Со испитување на процесот на лепењето во голем број случаи е констатирано дека намалувањето на дебелината на слојот на лепилото меѓу предметите кои се лепат води кон зголемување на јачината на лепењето. Меѓутоа, забележани се и случаи кога јачината на лепењето се зголемува со дебелината на

слојот на лепилото. Поради тоа, при изведувањето на лепењето секогаш треба да се користат количествата лепила што ги препорачува производителот.

Различните линеарни коефициенти на ширење на лепилото и на материјалите кои се лепат можат да бидат причина за разорување, на пример, на стакло при лепење со метали. За овој феномен треба да се води сметка при изборот на лепилото. Разликата во линеарниот коефициент на ширење на лепилото и на подлогата може битно да се намали со воведување на соодветно полнило во лепилото.

Во атмосферата секогаш се присутни извесни количества влага, јаглерод диоксид, микроорганизми, водород сулфид, прав и други состојки, кои можат да се апсорбираат на површината на предметите кои се лепат и така да ја намалат адхезијата на лепилото и јачината на лепењето. За да се избегне ова, неопходно е пред лепењето добро да се исчисти површината на предметите што се лепат. Чистењето на површината може да се изведе со обработка со растворувачи, со опесочување и со повишена температура. Во некои случаи, при лепење на два предмета од полиетилен, тефлон и некои други инертни полимери, не е доволно површината да се исчисти од нечистотии, туку треба и да се активира со обработка со соодветни хемикалии (хром сулфурна киселина, раствор на SiCl_2 итн.).

Провери го своето знаење:

- 1* Од кои компоненти најчесто се составени лепилата?
- 2* Како тие компоненти делуваат на својствата на лепилата?
- 3* Зошто условите на лепење влијаат врз јачината на лепењето?
- 4* Како се одразува идеалниот контакт меѓу предметите на лепењето?
- 5* Како се одразува времето на лепење на слепената врска?

II. 6. ЛЕПИЛАТА ВО ГРАФИЧКАТА ИНДУСТРИЈА

Процесот на лепење широко се применува во графичката индустрија и во значителна мера го определува квалитетот и векот на траењето на книгите и брошурите. За да се изведе квалитетно и доволно цврсто лепење на материјалите кои се користат во графичката индустрија (хартија, пластични маси) и за да можат постапките на лепење да се изведат на најдобар начин, лепилата треба да ги имаат следниве особини:

- добро да ги натопуваат материјалите кои се лепат и адхезијата да биде доволно голема за да може формиранiot слој од лепилото цврсто да се врзе за подлогата;

- вискозноста на лепилото да е приспособена на својствата на материјалите кои се лепат и на технологијата на лепењето;

- лесно и рамномерно да се распростира по површината и да навлегува во порите на материјалите кои се лепат, но да не навлегува на другата страна;

- веднаш по нанесувањето да има доволна лепливост за да може да ги држи составените делови до конечното зацврстување, особина што е особено битна при користењето на континуираните постапки на лепење;

- при машинското нанесување на подлогата да не доаѓа до создавање на пена, која може да влијае за нерамномерна распределба на лепилото на површината на која се нанесува;

- да е безбојно и да не влијае на бојата на подлогата;

- да нема непријатен мирис и да не дава испарувања штетни за здравјето;

- рН да му се движи меѓу 5 и 9, за да не предизвика разградување на хартијата;

- по зацврстувањето да е еластично.

Сите лепила што се користат во графичката индустрија се макромолекулски органски супстанции од природно или синтетичко потекло.

Синтетичките лепила имаат предност над природните лепила, зашто имаат секогаш имаат исти и постојани особини и овозможуваат пократко време на сушење, а со самото тоа и пократко време за изработка на: производот. Овие особини овозможуваат автоматизација на процесот на поврзување на книгите, како и централизирано производство на лепила.

Во графичката индустрија се применуваат лепила во следниве облици:

а) Водени раствори. Добиени се со растворање на макромолекулски соединенија како што се скроб, казеин, глутин, карбоксиметилцелулоза, поливинил алкохол итн. Цврстиот слој на лепилото меѓу предметите кои се лепат се формира со испарување на водата кое се одигрува релативно бавно.

б) Водени дисперзии. Тие се добиваат директно со процесот на емулзионата полимеризација на мономерите во вода. На тој начин се добиваат, на пример, дисперзии на поливинил ацетат и на синтетички каучуци, како и нивни кополимери. Лепењето на порозните предмети (хартија) со лепила во вид на водена дисперзија се остварува така што по впивањето и испарувањето на водата, преостанатиот полимер се врзува за површината на предметите, формирајќи контактен филм. За да може од честичките на полимерот од дисперзијата да се формира компактен филм, неопходно е температурата на остаклување на полимерот, T_g , да биде под температурата на која се лепат предметите. Водата од дисперзијата полесно се отстранува отколку од растворот, па затоа процесот на лепење со лепила во облик на дисперзија се врши за пократко време.

в) Раствори во органски растворувачи. Се добиваат со растворање на полимери или со изведување на реакција на полимеризација во раствор. Во ваков облик се користат лепилата врз база на нитрат на целулоза, поливинил хлорид итн. Лепењето се одигрува при брзо испарување на растворувачот.

г) Цврсти термолепила. Тоа се термопластични полимери во облик на прав, гранули или фолии. Полимерот се растопува меѓу предметите кои се лепат и при ладење ги залепува. Во ваков облик можат да се користат поливинил ацетатот, полиамидите, поливинил хлоридот и некои други термопластични полимери.

д) Реакционо способни лепила. Овие лепила се полимери со мошне мала моларна маса во течна состојба со функционални групи способни за реакција. До зацврстување на лепилото и до лепење на предметите доаѓа поради хемиската реакција меѓу функционалните групи на лепилото, како и функционалните групи на лепилото и на подлогата.

Провери го своето знаење:

- 1* Кои својства треба да ги имаат лепилата во графичката инд.?
- 2* Какви лепила се употребуваат во графичката индустрија?
- 3* Колкава е рН вредноста на лепилата за хартија?
- 4* Кои природни лепила ги познаваш?
- 5* Зошто синтетичките лепила се подобри од природните?

II. 6. 1. ЛЕПИЛА ДОБИЕНИ СО РАСТВОРАЊЕ НА ПРИРОДНИ ПОЛИМЕРИ ВО ВОДА

II. 6. 1. 1. Лепила добиени со растворање на скроб во вода

Скробот не се раствора во студена вода. При загревање полека набабрува и при достигнување на определена температура (65—75°C), преминува во колоиден раствор, кој има својства на лепило.

Скробот се добива од компири и од пченка, а поретко од пченица и од ориз. Температурата на растворањето ќе зависи од потеклото на скробот. Оптималната температура на растворање на скробот добиен од компири се движи меѓу 65 и 70°C, а на скроб од пченка меѓу 70—75°C. Ако растворот на скробот се подготвува при повисоки температури му се влошуваат својствата на лепење.

Лепилата врз база на скроб се подготвуваат директно пред употребата така што измерено количество скроб и некоја супстанција која има антисептички својства, со мешање се додава во определено количество вода, загреана на температура од 35 - 40°C и потоа со непрекинато мешање смесата се загрева натаму до температура од 65-75°C се додека се добие полупровиден раствор. Концентрацијата на скроб се движи околу 10%. Лепилата со поголема концентрација на скроб поретко се применуваат поради големата вискозност, а со помала поради одолжување на времето на сушење. Ваквите лепила најчесто се користат за лепење на хартија и на хартија со картон. За лепење на хартија мошне често се користи лепило со следниов состав: 10,0% скроб, 0,05% антисептичко средство и 89,95% вода.

Ако скробот се обработува со алкалии тој трпи извесни хемиски промени кои придонесуваат за подобра растворливост и за зголемување на јачината на лепењето.

Со обработката на скробот со разблажени киселини се добиваат производи со помала моларна маса кои се растворливи во студена вода. Ваквите производи се викаат декстрин и исто

така се користат како лепила, а можат да се користат и во комбинација со други лепила.

6.1.2. Лепила добиени со растворање на глутин (туткал) во вода

Глутилот е белковина која се добива со варење во вода на коски и кожа од животни од кои се отстранети маснотиите. Глутилот доаѓа на пазарот во вид на плочи или прав со содржина на вода под 17% или во облик на гел со 51% вода.

Глутилот не се раствора во студена вода, туку само набабрува. Степенот на бабрењето зависи од температурата и од времето на контактот со водата. Лепилото се подготвува така што глутилот се остава 10 часа во еквивалентно количество вода на собна температура, а потоа се додава потребното количество вода и се загрева на 70°C. При загревањето глутилот се топи и преминува во колоиден раствор со погодна вискозност и со добра лепливост. Со зголемувањето на температурата опаѓаат вискозноста, лепливоста и јачината на лепењето. Вискозноста на лепилото зависи од концентрацијата на глутин, од температурата и од времето на загревањето. При ладење на лепилото до температура од 24-26°C лепилото преминува во состојба на гел и веќе не е погодно за примена. Оптималната температура на примена на ова лепило е 50-60°C.

Лепилото врз база на глутин има мошне добра лепливост и јачина на лепење. Меѓутоа, поради долгото време за сушење, потребата од постојано загревање и создавање пена при нанесувањето на површината, ова лепило тешко наоѓа примена во механизираниите постапки на лепење, па најчесто се користи при рачно лепење.

За да се избегне создавањето на мувла, во лепилото мораат да се додадат антисептички супстанции (β -нафтол). Освен тоа, во лепилото треба да се додаде и пластификатор (глицерин) за да се зголеми еластичноста на слојот на лепилото, како и средство за намалување на создавањето пена.

Рецептурата за едно лепило врз база на глутин изгледа вака:

глутин	48,0%
антисептик	0,5%
глицерин	1,0%
терпинол (против пена)	0,6%
вода	49,9%

Провери го своето знаење:

- 1* Кои скроб најчесто се употребува за производство на лепила?
- 2* На која температура скробот поминува во колоиден раствор?
- 3* Што најчесто содржи лепилото за хартија?
- 4* Каква материја е глутинот, односно туткалот?
- 5* Од што се добива туткалот и во каква форма се нуди на пазарот?
- 6* Од кои компоненти најчесто е составено глутинското лепило?

II. 6. 2. ЛЕПИЛА ДОБИЕНИ СО РАСТВОРАЊЕ НА СИНТЕТИЧКИ ПОЛИМЕРИ И ДЕРИВАТИ НА ПРИРОДНИТЕ ПОЛИМЕРИ ВО ВОДА

Во графичката индустрија се користат лепила добиени со раствор во вода на натриумова сол на карбоксиметилцелулозата, полиакриламиди, кополимери на акрилна киселина и нејзини натриумови соли, како и поливинил алкохол.

Подготовката на водениот раствор на Na-карбоксиметилцелулозата (Na-КМС), кој се користи како лепило, се изведува така што прво определено количество Na-КМС, се натопува со малку вода и се остава 16 до 24 часа да стои. По истекот на тоа време, се додава потребното количество вода и со мешање се загрева до температура од 50-60°C.

Мешањето продолжува се до целосно растворање на Na-карбоксиметилцелулозата, а потоа растворот се неутрализира со 6% раствор, на оцетна киселина. Ваквото лепило е безбојно и без мирис. Се применува на собна температура и лесно и рамномерно се распоредува на површината на која се нанесува.

Во својство на лепило најчесто се користи 6-10% раствор на Na-KMC, како и 6-8% раствор на карбоксиетилцелулоза. Заради зголемување на јачината на лепењето на овие лепила им се додава од 3 до 12 % дисперзија на поливинил ацетат.

Растворите на полиакриламиди со мала моларна маса во вода, исто така се користат како лепила. Најдобри особини имаат растворите со 6-15% полиакриламиди во вода. Лепилото е безбојно и без мирис. Ја задржува способноста на лепење до две недели. Ова лепило мошне често се користи во комбинација на Na-KMC, со декстрин и со скроб.

Лепилата врз база на поливинил алкохол се добиваат со директно растворање на поливинил алкохол во вода на температура од 60-70°C. Лепилото се користи на собна температура.

II. 6. 3. ЛЕПИЛА ДОБИЕНИ СО РАСТВОРАЊЕ НА СИНТЕТИЧКИ ПОЛИМЕРИ ВО ОРГАНСКИ РАСТВОРУВАЧИ

Во оваа група лепила спаѓа и растворот на хлориран поливинил хлорид во метален хлорид. При хлорирањето на поливинил хлорид доаѓа до негова деполимеризација, па добиениот продукт има помала моларна маса поради кое добро се раствора во голем број органски растворувачи. Ова лепило најчесто го има следниов состав: 12-15% хлориран поливинил хлорид, 80-77% метилен хлорид и 8% циклохексан. Лепилото мошне брзо се суши и овозможува добро лепење на пример на хартија за корици од поливинил хлорид.

Лепилото со 20% хлорофан поливинил хлорид во ацетон, со додаток на пластификатор, се користи и за лепење на клише или букви од пластични маси за метал.

За оваа група лепила е карактеристично брзото формирање на сув слој лепило меѓу предметите кои се лепат поради брзото испарување на растворувачот, големата јачина на лепење, еластичноста и постојаноста на сувиот слој на лепилото. Меѓутоа, при примената на ваквите лепила, неопходно е да се обезбеди добро проветрување на просториите во кои се работи, зашто најголем број органски растворувачи се штетни за здравјето и се запаливи.

II. 6. 4 . ЛЕПИЛА ВРЗ БАЗА НА СИНТЕТИЧКИ ПОЛИМЕРИ; ДИСПЕРЗИРАНИ ВО ВОДА

Во графичката индустрија најчесто се користат лепила кои се состојат од синтетички полимери дисперзирани во вода. Од ваквите лепила лесно се отстранува водата, па со самото тоа доаѓа и до брзо лепење. Благодарение на брзото залепување, ваквите лепила можат да се користат и при рачен и при механизирани процес на лепење.

Од оваа група лепила најчесто се користи дисперзијата на поливинил ацетат во вода која се добива со емулзиона помилеризација на винил ацетат во вода. Во својство на лепило се користат дисперзии со 50 или 60%, полимер и околу 15% пластификатор. Лепилото има бела боја, без мирис е и не е штетно. Подготовката на лепилото за употреба се сведува на дотерување на вискозноста на дисперзијата на саканата вредност и тоа со разблажување со вода. Јачината на лепењето на ваквите лепила е мошне голема. При отстранувањето на дисперзното средство, доаѓа до лепење на честичките на дисперзираниот полимер и до формирање на провиден слој на лепилото. Времето на лепењето е околу 10 секунди без дополнително сушење, што овозможува механизирани процес на лепење. На собна температура ова лепило е стабилно до шест месеци. При температури пониски од 0°C лепилото замрзнува (водата како дисперзно средство), а подоцна при зголемувањето на температурата доаѓа до коагулација на дисперзијата и таа станува неупотреблива. Предметите залепени со ова лепило не треба да се изложуваат на температури пониски од 5°C затоа што слојот на лепилото би станал крт и лесно би се кршел.

За подготвување на лепилото во облик на дисперзија, во последно време наместо поливинил ацетат, се повеќе се користат кополимери на винил ацетат (винил ацетат/дибутилмалеинат), кои формираат еластични филмови и без додаток на пластификатор. Ваквите лепила добро се мешаат со лепила врз база на водорастворливи полимери.

Во оваа група лепила спаѓа и дисперзијата на кополимери на бутатиен и стирол во вода. Најчесто се користи кополимер со исто учество на стирол и бутатиен. Ова лепило се користи без додаток на пластификатор. Според јачината на лепењето, слично е на лепилата врз база на поливинил ацетат.

II. 6. 5. ТЕРМОПЛАСТИЧНИ ЛЕПИЛА

Термопластичните лепила (термолепила) ги сочинуваат термопластични синтетички полимери кои на собна температура се во цврста состојба. При зголемување на температурата од 100 до 180% лепилата се топат, стануваат течни и лепливи и во таква состојба се нанесуваат на површината на предметите што треба да се залепат. При ладењето, лепилата мошне брзо зацврстуваат и цврсто ги поврзуваат соединетите предмети. Со овие лепила може да се постигне лепење и за една секунда, што овозможува нивна примена во целосно автоматизирани континуирани процеси на производство. Освен тоа, со примената на овие лепила се подобруваат условите за работа во одделенијата за поврзување, зашто нема штетливи испарувања како при примената на лепилата во облик на раствор. Со термолепилата се остварува еластична врска на предметите кои се лепат како и голема јачина на лепењето. Причината што ваквите лепила релативно малку се користат е тоа што се применуваат на повисоки температури, имаат голема вискозност и при лепењето формираат дебел слој што ја зголемува нивната потрошувачка.

Термолепилата можат да се користат во облик на гранули или прав. Со загревање во специјални садови се добива растоп кој потоа се нанесува на подлогата. При примената на термолепилата во ваков облик треба да се води сметка да не се пречекори пропишаната температура за примена и лепилото да не се држи во растопена состојба подолго отколку што е потребно, затоа што може да дојде до разградување на полимерите. Мошне често, ваквите лепила се користат во облик на конец со кој се прошиваат листовите што треба да се спојат. Со загревање на прошиениот предмет доаѓа до топење на лепилото и до лепење. Овие лепила можат да се користат во облик на фолии, како и фолии претходно нанесени на различни подлоги.

Како термолепила се користат: полиамидите, полиетиленот, и некои други пластични маси. Во термолепилата, според потреба, се внесуваат пластификатори, полнила и други додатоци.

II. 6. 6. ТЕРМОРЕАКТИВНИ ЛЕПИЛА

Термореактивните лепила најчесто се полимери со мали моларни маси со функционални групи способни за реакција. Ваквите лепила неповратно зацврстуваат поради хемиските реакции кои водат кон вмрежување на полимерите. За да се одигра реакцијата на вмрежување, неопходно е лепилото да се загрее или да му се додадат специјални иницијатори, а мошне често и едното, и другото.

Како први термореактивни лепила се користени природните лепила од животинско потекло (туткал, казеин). Овие лепила се распределени и обработени во групата лепила кои се користат во облик на водени раствори. Од термореактивните лепила врз база на синтетички полимери, најчесто се користат лепилата во кои активната компонента ја сочинуваат: незаситени полиестри, епоксидни и фенолформалдехидни смоли.

Термореактивните лепила се користат во облик на течност, пасти и фолии. Термореактивните лепила во облик на течност и паста најчесто се состојат од две компоненти, кои се мешаат директно пред употребата. Лепилата во облик на пасти, претставуваат тискотропни системи и можат да се нанесуваат и на вертикални површини, без стравување дека ќе дојде до нивно разливање.

Провери го своето знаење:

- 1* Објасни ги лепилата на синтетички полимери и вода?
- 2* Што знаеш за лепилата од природни полимери и вода?
- 3* Какви се лепилата на синтетички полимери и органски растворувачи?
- 4* Зошто најчесто се употребуваат лепилата на синтетички полимери дисперзирани во вода?
- 5* Какви се термопластичните лепила?
- 6* Што ги карактеризира термореактивните лепила?

III. ГУМА

III. 1. ЕЛАСТОМЕРИ

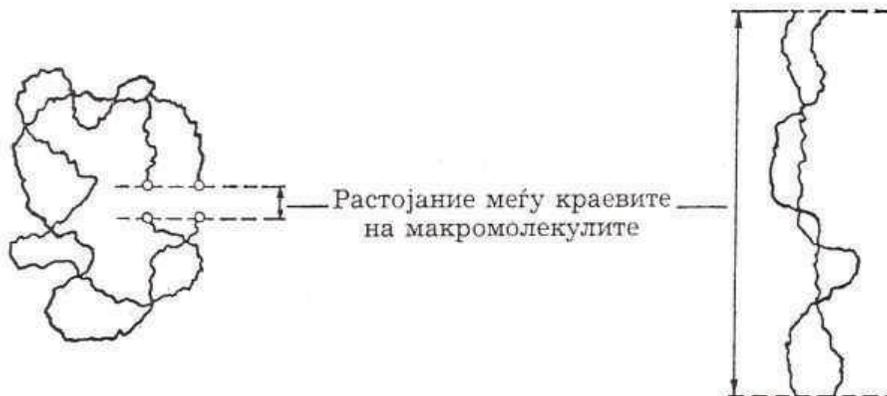
III. 1. 1. ОПШТИ ПОИМИ

Еластомерите, се посебна група макромолекулски соединенија слични на каучук, кои имаат високо еластични својства во широк температурен интервал. Високата еластичност е способност на некој материјал, по престанок на дејството на силата која ја предизвикала промената на обликот, одново и брзо да се врати во првобитниот облик. Високата еластичност, значи, е способност на материјалот за повратна деформација.

Еластомерите не се посебна хемиска група соединенија, но сепак, имаат некоја сличност во поглед на основната хемиска градба, која обезбедува и соодветни особини. Сите еластомери се линеарни полимери со долги флексибилни макромолекули способни за вмрежување и за создавање тридимензионална мрежа. Ваквите макромолекули се изградени од основните структурни единици поврзани главно со единечни врски кои дозволуваат слобода на ротација на молекулската верига и со мал број двојни врски кои овозможуваат вмрежување.

Во нормална рамнотежна состојба макромолекулите на еластомерите се склопени така што растојанијата меѓу краиштата на веригата се мали, значително помали отколку кога веригите се развлечени. Меѓумолекулските сили меѓу макромолекулските вериги кај еластомерите мораат да бидат мали, а температурите на остакнување значително под собната температура. Под влијание на надворешната сила на истегнување, склопените макромолекули се изведуваат од

рамнотежната состојба, се исправаат и така овозможуваат издолжување на материјалот. По престанувањето на силата, макромолекулите се враќаат во првобитната склопена рамнотежна состојба, што доведува до собирање на материјалот (сл.15).



Слика 15. - Шематски приказ на склопена (а) и истегната (б) макромолекул

Во групата еластомери спаѓаат следниве полимерни материјали: природен каучук, синтетички каучук и гума (вулканизат) врз база на природен и синтетички каучук.

Историјата на еластомерите почнува со природниот каучук кој е издвоен од млечниот сок на некои видови дрвја. Во земјите на Централна и Јужна Америка се користел за изработка на чевли и облека. Индустриската примена почнува со откритието на Томас Хенкок кој во 1920 година ја пронашол постапката за мастикација, со која суровиот каучук (еластичен и жилав) се претвора, со механичка преработка на валјаци, во маса погодна за обликување. Чарлс Гуѓир во 1899 година дошол до едно од најзначајните пронаоѓања во преработката на каучук кога открил дека со дејство на сулфур на повисока температура, каучукот се преведува во производ со значително подобри особини. Овие производи се наречени вулканизати или гуми, а процесот добил назив вулканизирање. Од пронаоѓањето на вулканизирањето почнува производството на предмети од гума, а асортиманот на овие производи се шири од година на година.

Многу години по пронаоѓањето на вулканизирањето почнува студирањето на влијанието на разни додатоци (1891) на особините на гумените производи и така доаѓа до употреба на полнила, забрзувачи, пластификатори, стабилизатори

(антиоксиданти) и до разработка на методот на мешање (компаундирање) на овие додатоци со каучук. Паралелно со тоа се развива производството на машини за гумарската индустрија.

III. 1. 2. ОСОБИНИ НА ЕЛАСТОМЕРИТЕ

Еластомерите се издвоени во посебна група полимери благодарение на високата еластичност. Основните технички својства на високо еластичните материјали се:

- мала вредност на моделот на еластичноста во почетокот на истегнувањето ($0,1 - 10 \text{ N/m}^2$),
- голема вредност на моделот на еластичноста во истегнатата состојба,
- голема вредност на издолжувањето пред кинењето. (и над 1000%),
- брзо и целосно собирање до првобитните димензии по престанокот на дејството на силата на истегнување,
- добри амортизирачки способности.

Наведените особини на еластомерите најмногу се изразени кај гумата така што таа главно влезе во практична примена, додека примената на природниот и синтетичкиот каучук во невулканизирана состојба е мошне ограничена.

Основните особини според кои еластомерите се издвоени во посебна група се застапени повеќе или помалку кај сите видови каучуци и гуми и врз база само на овие особини, не може да се врши избор на овие материјали за некоја примена. За да се изврши правилен избор на каучук, за изработка на саканиот производ од гума, потребно е да се познаваат и особините што треба да ги има добиениот вид гума во готовиот производ. При изборот на каучук, треба да се води сметка дека неговите особини во текот на изработката на некој производ се менуваат во определени граници, така што особините на добиената гума се разликуваат од особините на каучукот од којшто е изработена.

Табела 6 — Споредбен преглед на особините на гумите изработени од различни каучуци.

Категории: O - одличен, D - добар, Z - задоволителен, L - лош

Особина	Вид каучуци									
	Природен	Стирол-бутаден	Бутадиен	Бутадиен-нитрил	Хлоропрен	Изопрен	Полуре-тански	Силиконски		
Затегнувачка цврстина (со полноло)	D	D	Z	Z	D	D	O	L		
Отпорност на цепање	O	L-Z	Z	L	D	D	O	L		
Отпорност на абрање	D	D	O	D	D	D	O	Z		
Еластичност	O	D	O	Z	Z	O	Z	L		
Отпорност на топлина	L-Z	L-Z	L-Z	D	D	D	L	O		
Отпорност на студ	D	D	D	Z	D	D	Z	O		
Отпорност на атмосферилни (општа)	Z	Z	Z	Z	O	Z	D	O		
Отпорност на оксидација	Z	Z	Z	Z	D	Z	D	D		
Отпорност на сончева светлина	L	L	L	Z	D	L	D	D		
Отпорност на масла	L	L	L	O	D	L	O	Z		
Отпорност на растворувачи	L	L	L	D	Z	L	D	D		
									алифатски	
									ароматски	
хлорирани	L	L	L	L	Z	L	L	D		
Температурна област на примена, °C	-60 do +150	-40 do +150	-80 do +150	-40 do +170	-35 do +180	-60 do +150	-15 do +100	-150 do +250		
Лесна преработка	D	D	L	Z	Z	D	Z	Z		
Лепливост	D	Z	Z	Z	Z	D	D	Z		
Лесна вулканизација	D	D	Z	Z	Z	D	D	Z		

Секогаш треба да се има на ум дека гумата е вмрежен каучук, а дека вмрежувањето може да се изврши под различни услови и со различни средства за вмрежување, со што битно се влијае на нејзините особини. На каучукот му се додаваат различни додатоци кои можат да му ги изменат особините.

Упростениот преглед на особините на гумите изработени под стандардни услови, врз база на различни видови каучуци, е прикажан во табелата 6.

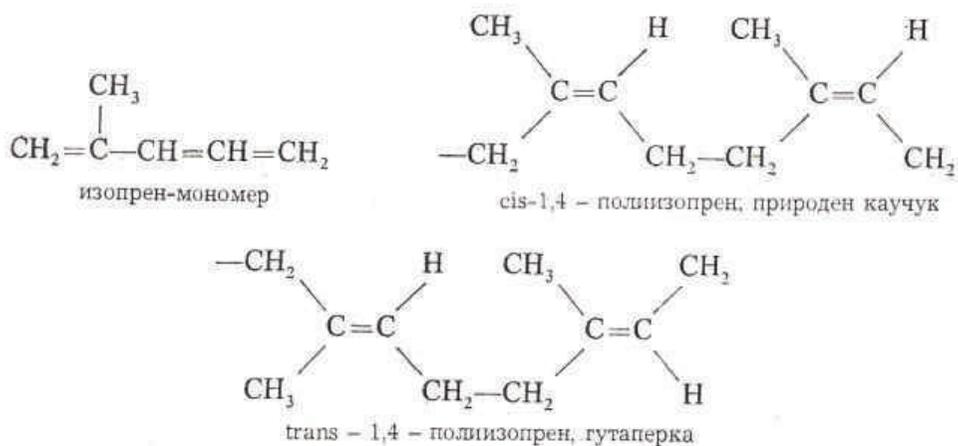
Во табелата 6 се прикажани следниве особини: затегнувачка цврстина, еластичност, температурна област на примената, отпорност на абење, цепење, топлина, студ, пламен, атмосферилити, оксидација, сончева светлина, на масла и на растворувачи, пропустливост на гасови, способност за преработка и вулканизирање и лепливост. Овој преглед дава само информативна општа слика на особините на одделни видови гуми, зашто особините најчесто не се прикажани квантитативно, со бројни вредности, туку квалитативно со релативно споредување, односно групирање во неколку групи (одличен, добар, задоволителен, лош).

Способноста за преработка е мошне важен фактор при изборот на видот на каучук. Оваа способност е карактеризирана со лесноста со која разни додатоци можат да се мешаат со каучук, со јачината на смесата пред вулканизирањето, со лесното лепење и со можноста за примена на разни технологии на обликување (екструзија, каландрирање, пресување). Некои од овие особини се прикажани во табелата 6.

III. 2. ПРИРОДЕН КАУЧУК

Природниот каучук е производ добиен со коагулација на природен латекс. Природниот каучук содржи 93—94% полимер на незаситен јаглеводород изопрен и 6—7% разни примеси (олеинска, линолеумска и стеаринска киселина, белковини и некои други супстанции).

Постојат две можности за распоред на основните единици на изопрен во макромолекулската верига, на полиизопрен во однос на двојната врска: cis- или trans- облик. Кај природниот каучук основните единици се врзани во положба 1,4, cis (98-99%) додека основните единици на гутаперката се врзани во положба 1,4-trans.



Природниот каучук има долги, флексибилни макромолекули со двојни врски распоредени по должината на макромолекулската верига, кои обезбедуваат реактивност за процесот на вмрежување. Средната моларна маса на природниот каучук е за ред големина $1,3 \times 10^6$.

Природниот каучук има светложолта до мрка боја, зависно од типот и од квалитетот. Густината му се движи околу $913 \text{ kg}'\text{m}^3$. Растворлив е во толуол, ксилол, бензол, хлороформ, јаглететрахлорид, циклохексан. Во контакт со растворувачите, каучукот прво силно набабрува, а потоа полека се раствора. Нерастворлив е во алкохолот. На температури повисоки од 10°C , природниот каучук е аморфен. Со долго легерирање под 10°C или со истегнување над 70% на собна температура, каучукот кристализира. Поради присуството на двојните врски во молекулите, природниот каучук е мошне реактивен. Реагира со кислородот, со озонот, водородот и со халогеноводородот, па е слабо отпорен на влијанијата на средината и е подложен на стареење. И покрај тоа, природниот каучук е попостојан речиси од сите видови синтетички каучуци (со исклучок на силиконскиот каучук) и поради тоа може да се употреби за изработка на сите производи кои не бараат специјални услови за експлоатација (високи температури, продолжен контакт со минералните масла и со нафтените деривати). Изразити предности над другите видови каучук има природниот каучук при изработката на предмети кои се изложуваат на периодични деформации (големи гуми-пневматици — за авиони и тешки возила), како и во поглед на лесната преработка. Особините на готовите производи можат со

компаундирање да се дотеруваат во доста широки граници. Има исто така добри топлотно-изолациони и електро-изолациони особини.

Благодарение на поволните особини, природниот каучук има мошне широка примена во разни гранки на индустријата. Меѓутоа, најголеми количества природен каучук се трошат за изработка на сите видови автомобилски гуми. Покрај тоа, се користи за транспортни ленти, ремени, разни технички производи, производи за хигиенска и медицинска примена, за електроизолација, за производство на букви итн.

Примена во графичката индустрија. Природниот каучук се користи при изработката на валјаци за флексографски печат, за изработка на лепливи ленти за монтажа на клишеа и стереотипни форми и во изработката на специјални лепила за лепење на хартија во ротациониот печат.

III. 3. СИНТЕТИЧКИ КАУЧУК

Синтетичките полимери кои имаат особини слични на природниот каучук и кои можат со вулканизирање да се претворат во гума, спаѓаат во еластомери и се викаат синтетички каучуци. Синтетичките каучуци се добиваат со вообичаените реакции од мономери, како и од други синтетички полимери. Основните мономери за производство на синтетички каучуци се бутадиен, стирол, алфаметил-стирол, изопрен, хлоропрен, изобутилен, акрило-нитрил, етилен, пропилен, диорганодихлорсилан, дихлоретан, дихлорпропан, натриум-тетрасулфид, адипинска киселина, етилен-прогошен, бутилен гликол, триметиол пропан, глицерин, 2,4-толуилендиизоцијанат, 1,5 нафтилев диизоцијанат, итн. Најмногу применуван метод за производство на синтетички каучуци е полимеризирањето во емулзија, иницирано со слободни радикали.

Освен тоа, често се користи и стереоспецифично полимеризирање во раствор, во присуство на комплексни и литиум-органски катализатори. Сите основни принципи кои важат за синтеза на полимерите воопшто, важат и за синтезата на каучукот. Развитокот на производството на синтетички каучуци е поврзан со се поголемата побарувачка на гума, која природниот каучук не можеше да ја намира; а исто така и за потребата за производството на типови каучуци за специјални

намени во случај каде што природниот каучук не можел да задоволи. Научните истражувања во областа на синтезата на каучук почнуваат уште во 1860 година, но без некое поголемо значење. Мали количества синтетички каучук, „метил-каучук“ се произведени во Германија во време на Првата светска војна, зашто немало можност за снабдување со природен каучук. Со завршувањето на војната, ова производство е прекинато. Производството на синтетичкиот каучук од типот полибутадиен почна во Германија, во 1930 година. Индустриското производство на овој каучук почнува во СССР во 1932 година. Од тоа време до денес е остварена синтеза на голем број различни синтетички каучуци: тиокол-каучук, САД 1930; хлоропрен-каучук, САД 1931; бутадиен-стирол-каучук, Германија 1937; а во САД во 1941; нитрилен каучук, Германија во 1937; САД во 1940; бутилкаучук, САД во 1943; силиконски-каучук, САД во 1944; полиуретански етерски тип (воведен во САД во 1957); хлорбутил каучук (во САД во 1959); бром-бутил-каучук (воведен во САД во 1961); -изопрен каучук (воведен во САД во 1961); бутадиен-каучук, емулзион (воведен во САД во 1961), етиленпропилен-каучук (воведен во САД и во Италија во 1962).

Успешното решавање на проблемот на индустриското производство на синтетички каучуци и наглиот пораст на потребите од каучук доведоа до тоа што производството на синтетички каучук растеше значително побрзо од производството на природен каучук, како што е прикажано на слика 16.

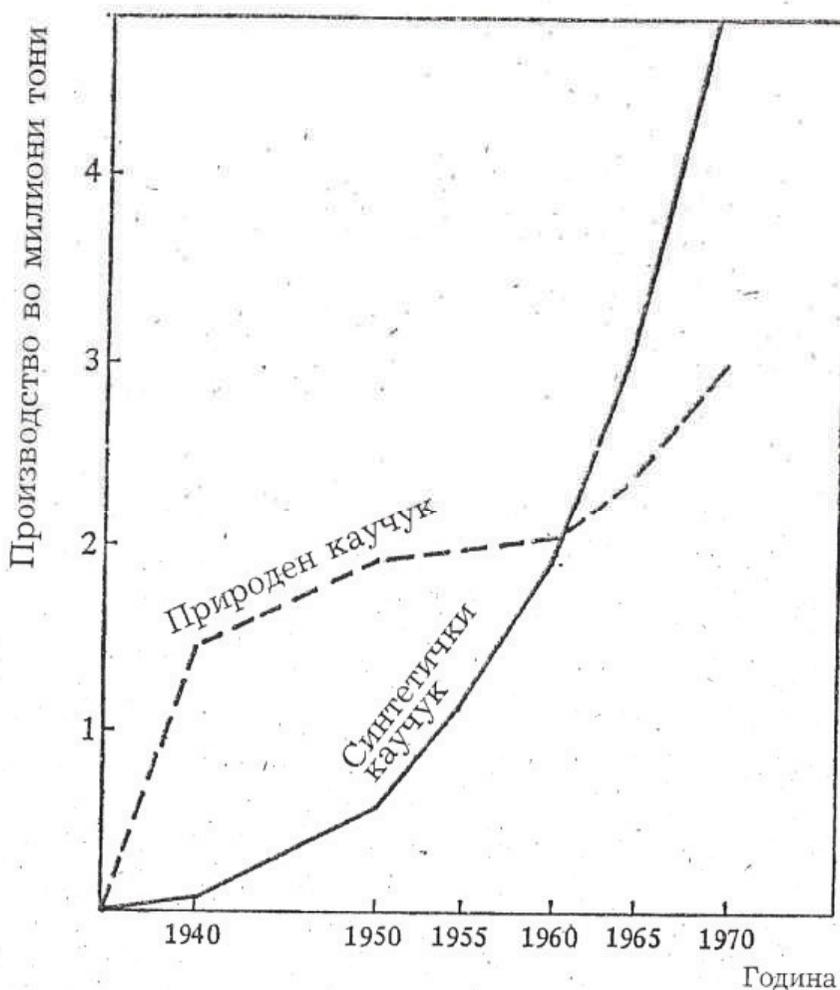
Постојат повеќе класификации, на каучукот, а една од најчесто применуваните е следнава, односно класификацијата според областите на примената.

Каучук за општа намена. Овој каучук се користи за изработка на масовни производи (автомобилски гуми, транспортери, чевли), каде што се користи основното својство на гумата - еластичноста. Во оваа група каучуци спаѓаат: бутадиен, бутадиен-стирол, бутил, етилен-пропилен, изопрен и хлоропрен-каучук.

Каучук за специјална намена. Овој каучук се користи за изработка на производи кои покрај еластичноста, мораат да задоволат и некои специјални барања (отпорност на горива, мазива, и растворувачи, отпорност на топлина и студ, отпорност

на кислород, на сончевасветлина и на други атмосферички). Во оваа група каучуци спаѓаат: бутадиен нитрил, полисулфиден (тиокол), силиконски, полиуретан, флуорен и акрилатен каучук.

Оваа поделба има недостатоци, бидејќи многу типови каучуци имаат мошне комплексни својства од кои некои со вулканизирање можат значително да се променат па одделни типови каучуци можат да се применат и за општи и за специјални намени. Исто така и гумените производи за општа намена бараат понекогаш и некои специјални својства.



Каучук	Производство						
	1940	1950	1955	1960	1965	1969	1970
Синтетички (10з t)	43	544	1100	1910	3031	4573	4858
Природен (10з t)	1440	1890	1949	2022	2380	2855	2948
Уделот на синтетичкиот %	3	22,4	36,1	48,6	56	61,6	62,2

Слика 16 - Растеж на производството на каучук во светот *

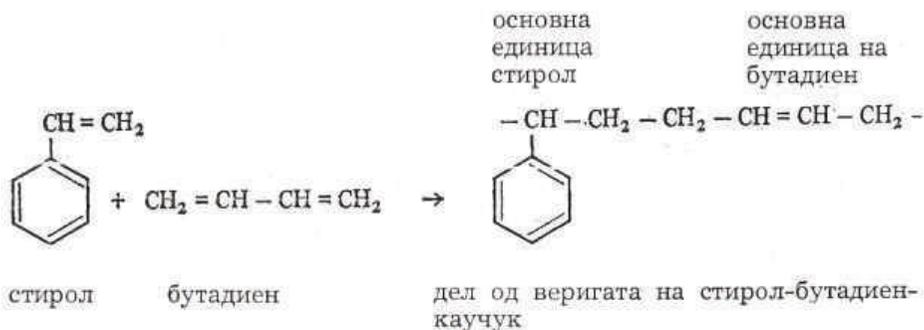
Провери го своето знаење:

- 1* Што се тоа еластомери?
- 2* Кои особини на еластомерите ги познаваш?
- 3* Какви својства има природниот каучук?
- 4* Како се добива синтетички каучук?
- 5* Каква е употребата на природниот и синтетичкиот каучук во светот?

* Податоците не ги опфаќаат светските социјалистички земји

III. 3. 1. СТИРОЛ-БУТАДИЕН-КАУЧУК

Стирол-бутадиен-каучук (SBR) е линеарен кополимер кој се добива со кополимеризирање на стирол и бутадиен. Елементарните единици на бутадиен се присоединуваат во најголем дел во позиции 1,4-со trans, и cis-конфигурација.



На стирол-бутадиен каучук отпаѓаат околу 35% од вкупното количество каучук што се произведува во светот. Првпат, е произведен во Германија. Производството нагло порасна во текот на Втората светска војна поради недостиг на природен каучук. Индустриското производство на стирол-бутадиен-каучук се базира главно врз емулзионото полимеризирање на бутадиен и стирол. Помали количества стирол-бутадиен-каучук се произведуваат со полимеризирање во раствор. Односот на бутадиенот спрема стиролот може да се менува од 90:10 до 50:50, но најчесто се применуваат производи со 70—75% бутадиен спрема 30-25% стирол. Зависно од односот на стиролот и бутадиенот, од условите за полимеризирање, од видот на емулгаторот и од методот на коагулација, се произведуваат разни типови (квалитети) стирол-бутадиен-каучук. Каучукот со поголем процент стирол има помала еластичност, но зголемена термoplastичност.

Стирол-бутадиен-каучукот спаѓа во групата аморфни полимери кои не можат да кристализираат. Густината му се движи од 904,5—993 kg/m³, а средната моларна маса 150 000 - 400 000/. Се раствора во ароматични и во алифатични јаглеводороди, а е неотпорен и на дејството на мазивни масла.

Пропустливоста за гасови му е доста висока. Дејството на топлината, на кислородот, на озонот и на светлината доведува до структурни промени и до полоши физичко-механички особини.

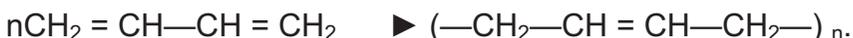
Во споредба со природниот каучук, стирол-бутадиен-каучукот е полош во поглед на јачината на кинење, лепливоста и заморувањето. Меѓутоа, поотпорен е од природниот каучук на влијанијата на топлината, побавно старее и помалку се аби.

Стирол-бутадиен-каучукот се применува при изработката на автогуми, транспортни ленти, потоа во индустријата за чевли и за техничка гумена стока. Многу недостатоци на стирол-бутадиен-каучукот за општа намена се надминати со подготвување на смеса од стирол-бутадиен-каучук и саѓи или стирол-бутадиен-каучук, саѓи и минерално масло „мастер-бач“. Ваквите смеси се користат за изработка на автогуми.

Примена во графичката индустрија. Се користи за изработка на неработниот слој на повеќеслојни гумени печатарски форми—дупликати, а стирол-бутадиен-латекс се користи за правење лепила за коричење.

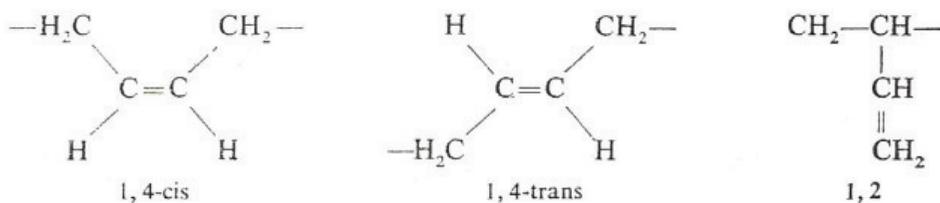
III. 3. 2. БУТАДИЕН КАУЧУК

Бутадиен-каучукот (Полибутадиен, BR, Буна), е полимер кој се добива со полимеризирање на бутадиен.



Зависно од природата на катализаторот, начинот и условите на полимеризирање, може да се добие стереорегуларен или нерегуларен полибутадиен. Стереорегуларен се добива обично со координационо-јонски или литиум-органски катализатори, а нерегуларен се добива најчесто со радикално полимеризирање. Според годишното производство, бутадиен-каучукот е на трето место.

Бутадиен, каучукот може да содржи различни количества основни единици во 1,4 cis, 1,4 trans, и 1,2, - облик (сл. 17).



Сл. 17, — Различни облици на структурата на полибутадиенот

Со употребата на различни катализатори и со варирање на условите за полимеризирање, можат да се добијат производи со содржина од 100%-cis до 100%—trans-облици на основниот структурен елемент во молекулот на полибутадиен.

Бутадиен-каучукот е аморфен. Густината му се движи од 900—920 kg/m³, а средната моларна маса од 80 000 до 300 000. Распределбата на моларните маси му е потесна отколку кај природниот каучук. Бутадиен-каучукот според особините е сличен на природниот каучук. На пониски температури има подобри особини од стиролбутадиен-каучукот и може да му конкурира на природниот каучук во многу области на примена. Бутадиен-каучукот малку ја менува температурата при деформации и според таа особина е подобар од природниот каучук.

Бутадиен-каучукот не е погоден за употреба во чиста состојба, бидејќи мошне тешко се преработува, но е исклучителен за мешање со други видови каучуци, вклучувајќи го и природниот каучук. При мешањето со други видови се додава во количество 10—45%. Мешањето на некој каучук со бутадиен-каучукот му дава на овој каучук некои нови вредни особини и му ја проширува примената. Бутадиен-каучукот има специјално и мошне важно место во фамилијата на каучуците. Се употребува за изработка на автогуми во најголеми димензии, транспортни ленти за изолација на кабли и за производи кои се користат на пониски температури. Со мешање на бутадиен-каучукот со полистирол се добива полистирол отпорен на удар.

Специјалните типови бутадиен-каучуци се отпорни спрема алкалиите и киселините и се применуваат во хемиската и во прехранбената индустрија.

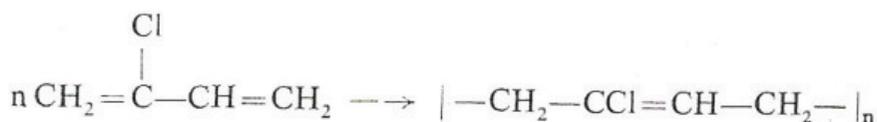
Примена во графичката индустрија. Се користат за изработка на неработниот слој на стереотипските гумени печатарски форми.

транспортните средства (автомобили, камиони, авиони итн.) и во нафтената индустрија за изработка на сите гумени делови кои доаѓаат во допир со бензинот и со мазивните масла (цевки, затнувачи). Освен тоа, овој каучук има широка примена во индустријата за кожа, хартија и текстил.

Примена во графичката индустрија. Се користи при изработката на валјаци за боене, при изработката на гумени стереотипни печатарски форми и клишеа (работен слој).

III. 3. 4. ХЛОРОПРЕН - КАУЧУК

Хлоропрен-каучукот (полихлоропрен, неопрен) е линеарен полимер кој се добива со полимеризирање на хлоропрен (2-хлор-бутадиен-1,3):



Макромолекулот на линеарниот полихлоропрен содржи 85 - 90 проценти 1,4 -trans - и 8 - 12% 1,4 -cis-облици на основниот структурен елемент.



Се произведува со радикално полимеризирање на хлоропрен во емулзија на 40°C. На пазарот се наоѓаат голем број различни типови хлоропрен-каучуци, кои можат значително да се разликуваат според особините и примената. Постојат три основни типа: каучук за општа, каучук за специјална намена и каучук за лепила. Во групата хлоропрен-каучуци спаѓаат и

кополимерите на хлоропрен со 5 - 10% стирол, акрилонитрил и метилметакрилат.

Поради високата содржина на 1,4 -trans облици на основниот структурен елемент, хлоропренскиот каучук може да кристализира. Густината му е $1\,230\text{ kg/m}^3$, средната моларна маса зависи од типот каучук и се движи во широки граници од 10 000 - 100 000. Хемиските особини на хлоропрен каучукот се условени, освен од присуството на двојната врска и со присуството на атом на хлор. Поради тоа, може да се вулканизира и без присуство на средства за вулканизирање. Сепак, со употребата на средства за вулканизирање (ZnO, MgO) се добиваат подобри квалитети на гума. Растворлив е во ароматски, и хлорирани јаглевородороди, делумно е растворлив во некои естри и кетони, а нерастворлив е во алкохоли, отпорен е на неоргански киселини, на алкалии и на мазивни масла. Се произведува и специјален тип хлоропрен-каучук кој е отпорен на растворувачи, иако отпорноста му е помала отколку кај нитрил тиокал-каучукот. Хлоропрен-каучукот е поотпорен на дејството на озонот, на кислородот и на сончевата светлина отколку нитрил-каучукот, иако при подолго стоење на топлина и светлина може да дојде до издвојување на хлороводород. Мошне важна особина на овој каучук е отпорноста на пламен.

Основната примена на хлоропрен-каучукот е во производството на гумени технички делови кои доаѓаат во допир со агресивни средини, како што се: транспортни ленти, цевки, спојки, дихтунзи, гумирање на реактори и апарати во хемиската индустрија. Покрај тоа, најде широка примена во обложувањето на кабли.

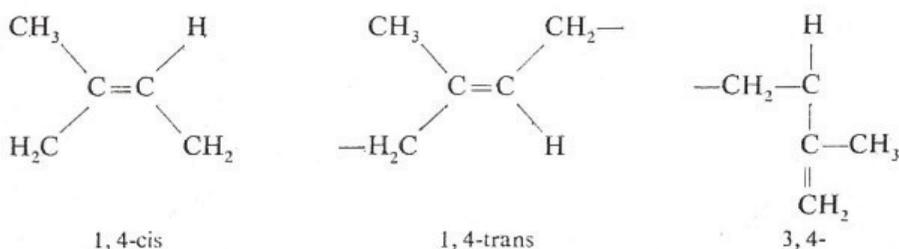
Примена во графичката индустрија. Хлоропрен-каучукот се користи при изработката на гумени валјаци за бојадисување.

III. 3. 5. ИЗОПРЕН - КАУЧУК

Изопрен-каучукот (IR, полиизопрен) е производ со стереоспецифично полимеризирање на изопрен во раствор во присуство на различни катализатори: координационо-јонски литиум-органски соединенија или метален натриум:



Со полимеризирање на изопрен се добива главно полимер со структура 1,4 -cis, така што овој стереорегуларен изопрен-каучук е аналоген според структурата на природниот каучук. Покрај елементарните единици 1,4 -cis, овој каучук содржи и помал број единици 1,4 -trans облици, а може да содржи и единици со структура 3,4 (сл. 18).



Сл. 18. —Различни облици на структурата на полиизопрен

Синтетичкиот полиизопрен е голем успех на полето на истражувањето на синтетичките полимери, зашто според хемиската структура одговара на природниот каучук. Така, ако под називот каучук се подразбира само природниот каучук, изопренскиот синтетички каучук би бил единствен вистински синтетички каучук, додека сите други синтетички еластомери кои денес ги нарекуваме синтетички каучуци би биле само алтернативни материјали.

Индустриското производство на изопрен-каучукот се базира врз полимеризирање на изопрен во раствор на заситени јаглеводороди (пентан, хексан, хептан, итн.) иницирано со комплексен литиумов катализатор. Се произведуваат два основни типа изопрен-каучуци: „висок cis“ со 98% од 1,4-cis полиизопрен (поскап за производство) и „среден cis“ со околу 96% од 1,4-cis полиизопрен.

Изопрен-каучукот на собна температура е аморфен, а на температура под 0°C и при истегнување кристализира. Густината му е 910 - 920 kg/m³ а средната моларна маса 700 000 - 2 700 000. Растворлив е во јаглететрахлорид, во хлороформ, бензол,

толуол, хлоробензол итн., а нерастворлив во алкохоли и во кетони. Не е отпорен на дејството на киселините и базите, а е стабилен на дејството на водата.

Иако постојат мошне мали разлики во содржината на -cis изомери (природниот каучук 100% cis облици) како и некои мали разлики во фината молекулска структура, сепак, обата вида синтетички изопрен-каучук се разликуваат од природниот и во особините и во однесувањето при преработката. Разликите на „високиот-cis“ поли-изопрен од природниот се мошне мали (помала јачина особено на повисоки температури) додека „средниот-cis“ тип позначително се разликува и од високиот cis и од природниот каучук.

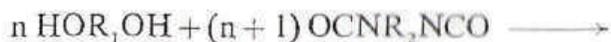
Изопрен-каучукот лесно се меша со други видови каучук, како и со полнила и со други додатоци. Типот „среден cis“ се користи главно за мешање со други видови каучук, вклучувајќи го и природниот каучук. Смесите лесно се каландрираат, се шприцаат и се формираат (се пресуваат). Лепливоста на „високиот-cis“ полиизопрен е слична на природниот каучук, додека „средниот- cis“ облик е помалку леплив.

Со исклучок во некои мошне специфични примени, изопрен-каучукот може да се користи наместо природен каучук во производството на повеќе масовни производи: автогуми, транспортни ленти, цевки и разни гумени технички стоки. Се употребува и во изработката на гумени производи за медицинската, фармацевтската и прехранбената индустрија (чист или во смеса). Поради лесното течење, „средниот cis“ се преработува со методот на шприцање.

Примена во графичката индустрија. Изопрен каучукот може да се примени наместо природниот каучук за изработка на лепливи ленти за монтирање на клишеа и печатарски форми и за изработка на специјални лепила за лепење на хартија кај ротационите печатарски машини.

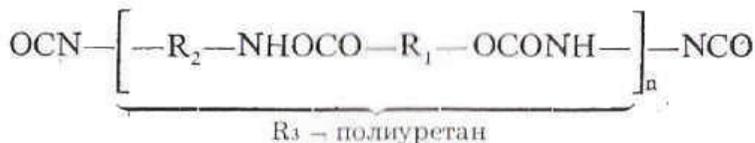
III. 3. 6. ПОЛИУРЕТАНСКИ КАУЧУК

Полиуретанскиот каучук е производ на полиадицијата на дихидрокси-соединенијата и дисоцијанатите, која се изведува во две фази. Во првата фаза се подготвува претполимер со полиадиција на полиетер, полиестер или полидиендиол (олигомери со хидроксилни групи на крајот на веригата) и диизоцијанати (како вишок):



R₁ – олигомерна верига на полиестри или полиетри

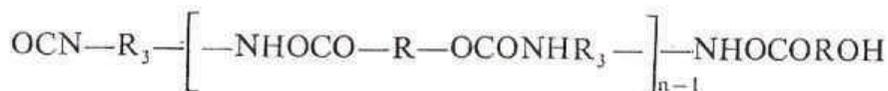
R₂ – радикал на диизоцијанат



Во втората фаза се врши полиадиција на добиениот полиуретан и на нискомолекуларниот диол или триол, при што се добиваат подолги, а понекогаш и разгранети вериги:



R – радикал на диол



Постојат голем број различни еластомери врз база на полиуретани:

а) обичен полиуретански каучук (способен за преработка на валјаци кој се преработува на ист начин и на исти машини како и другите видови каучуци;

б) каучук кој се лие во калапи во течна состојба, а потоа се вулканизира во соодветни производи и

в) термоеластопласти кои се преработуваат како пластични маси.

За производство на полиуретански еластомери постојат широки можности за избор на почетни суровини, но најчесто се користат: адипинска киселина, етилен-, пропиленбутиленгликол, триметилпропан, глицерин, 2,4-толуилендиизоцијанат и 1,5 нафтилидендиизоцијанат.

Полиуретанските еластомери се блок-кополимери составени од подвижни блокови кои ги сочинуваат полиестерски делови на молекулската верига и крути блокови формирани од изоцијанати и диолуретанови делови.

Густината на полиуретанските каучуци се движи од 930-1260 kg/m³, а моларната маса од 15 000 до 40 000 зависно од типот на полимерот.

Полиуретанскиот каучук спаѓа меѓу поновите еластомери и има вонредна јачина и отпорност на цепање и абење. Отпорен е на дериватите на нафта, на масла и на атмосфериллии, но е неотпорен на дејството на: кетоните, киселините, алкалиите, хлорираниите јаглеводороди, на топлата вода и на пареата. Извонредната флексибилност ја задржува и на ниски температури. Особините на полиуретанските каучуци можат да се подобрат со компаундирање.

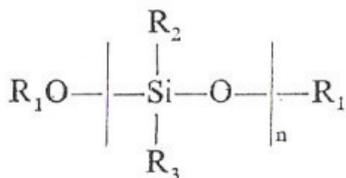
Во индустријата најмногу се применува полиуретански каучук за лиење од кој се изработуваат делови за машини и апарати, почнувајќи од ситни делови тешки неколку грама; до крупни, тешки десетина, па и стотина килограми: транспортери, каиши, мембрани, валјаци за разни индустрии, и машини за пишување, амортизери, големи гуми на возила за внатрешен транспорт итн.

Термоеластопластите најдоа примена во автомобилската индустрија. Потоа во текстилната индустрија за изработка на вештачка кожа, а се користат и за изработка на лепила и како пластификатори на поливинил хлорид. Обичниот полиуретански каучук се користи за изработка на вештачка кожа. Мошне значајна е примената на полиуретан-еластамерите во изработката на сунѓерести производи и еластични влакна, каде што овој материјал зазеде голем дел од пазарот, на сметка на порано применуваните материјали добиени од латекс.

Примена во графичката индустрија. Полиуретанскиот каучук се користи при изработката на валјаци за печатење. Благодарение на можноста да се менува односот на деловите на масата на полиестер и диизоцијанати од 1: 0,75 до 1:1,50 можат да се добијат материјали со различна тврдина (8—80 единици според Шор), што овозможува нивна примена при изработката на валјаци за различни намени во графичката индустрија (длабок печат, офсет, типографија, флексографија, лакирање).

III. 3. 7. СИЛИКОНСКИ КАУЧУК

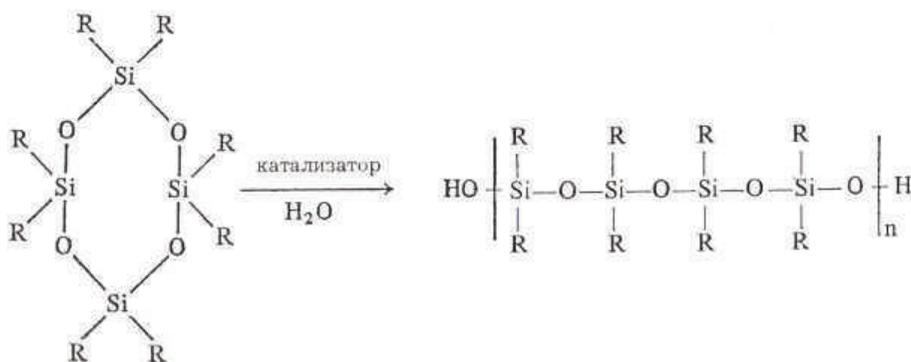
Силиконскиот каучук е линеарен органосиликонски полимер со особини на еластомер кој може да се вмрежи со термичка обработка во присуство на пероксид. Структурата е следната:



R1 - водород, алкил или триорганосилил остаток

R1, R3 - алкил, алкенил, арил и др.

Производството на силиконски каучук се базира врз каталитичко полимеризирање на циклосилоксан:



Силиконскиот каучук е прозрачна безбојна растеглива маса, слична на желе, без вкус и мирис. Густината му се движи во граници од 960-980 kg/m³, а моларната маса од (3—8)10⁵. Сите типови силиконски каучуци се растворливи во естри, а нерастворливи во алкохоли и во кетони. Само некои типови од овие каучуци се растворливи и во јаглеводороди. Овој вид каучук го карактеризира добра отпорност на дејството на: алкалиите и на слабите киселини, на кислородот, на озонот, на светлината и на водената пара, но само умерена отпорност на масла. Механичките особини им се послаби одошто на природниот и на многу синтетички каучуци. Со зголемување на моларната маса се подобруваат механичките особини и еластичноста. Мошне важна особина на овој еластомер е да ги задржува механичките

особини во широк интервал на температури, па може да се користи од -50 до $+230^{\circ}\text{C}$ (подобар од сите други каучуци). Ја задржува флексибилноста до мошне ниски температури (-70°C). Може долго време да се изложи на дејството на висока температура, а притоа да не дојде до стврднување. Поради набабрувањето не се препорачува за употреба во допир со јаглеводороди, бензин, парифини, лесни минерални масла и со пареа со притисок над 345 kPa . Со компаундирање може да му се подобри отпорноста па масла и на горива, а може да се добие и материјал кој издржува температури и до 380°C при повремено користење.

Силиконскиот каучук се преработува на вообичаена опрема за преработка на еластомери. Поради специфичните хемиски особини, силиконскиот каучук тешко се меша со други типови каучуци. Смесите за вулканизирање содржат главно полнила ($16\text{—}37\%$) и пероксиди ($0,25\text{--}1,8\%$). Како полнила најчесто се користат аеросил (SiO_2), титан-диоксид, стаклени влакна и ткаенини.

Благодарение на своите особини, силиконскиот каучук може да се користи за изработка на дихтунзи кои се применуваат на ниски и на високи температури и тоа во интервал значително поширок од сите други каучуци, како и за изработка на дихтунзи кои доаѓаат во допир со маслата и горивата. Освен тоа, овој вид каучук се користи за електроизолација кога производот се применува на повисоки температури, за изработка на цевки и црева за пареа и за топол воздух.

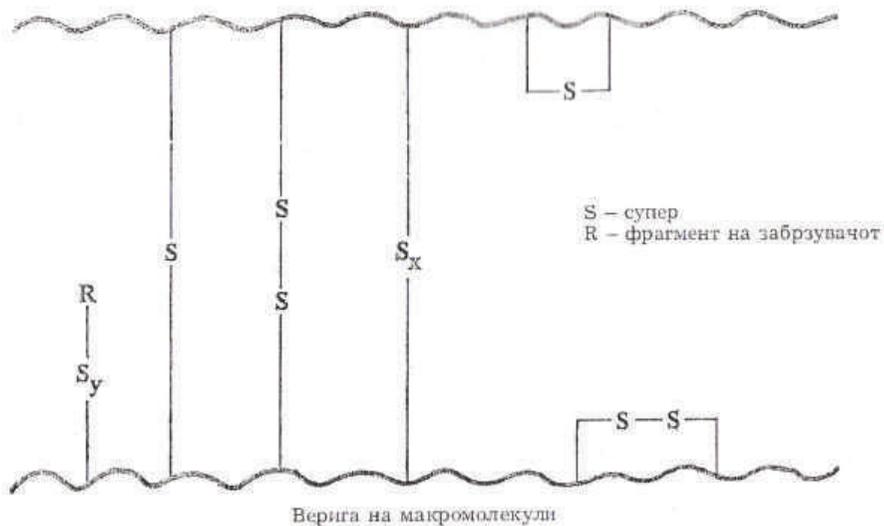
Примена во графичката индустрија. Се користи за изработка на офсетни печатарски форми.

Провери го своето знаење:

- 1* Објасни ги карактеристиките на стирол - бутадиен - каучукот?
- 2* Што знаеш за бутадиен - каучук?
- 3* Која е примената на бутадиен - нитрилен - каучук?
- 4* Зошто се употребува хлоропрен - каучук?
- 5* Какви својства има изопрен - каучукот?
- 6* Каде се употребува полиуретанскиот - каучук?
- 7* Каде наоѓа примена во графичката индустрија силиконскиот каучук?

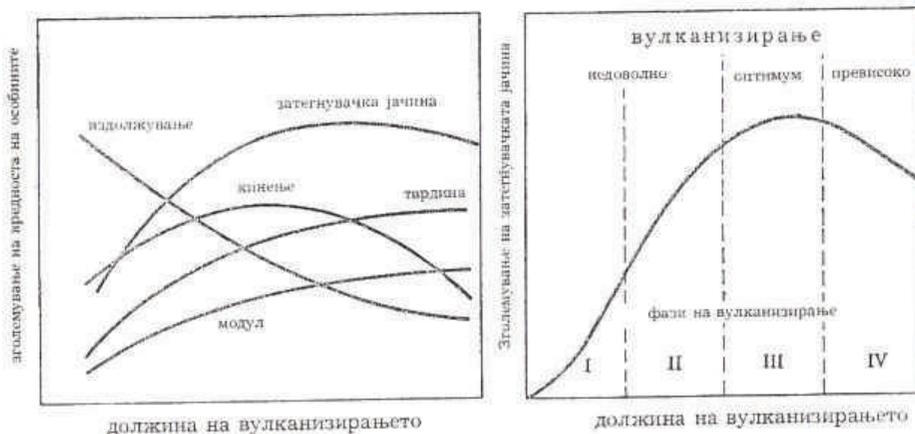
III. 4. ПРОИЗВОДСТВО НА ГУМА

Каучукот, како природниот, така и синтетичкиот, не располага со доволно добри особини за да може да најде поширока примена. Каучукот нема доволна јачина, го губи обликот при загревање, не е отпорен на дејството на растворувач. Поради тоа, сите видови каучуци мораат да се вмрежат за да им се подобрат постојните особини и за да се добие материјал со поволни особини за примена. Процесот на вмрежување на каучукот се вика вулканизирање. Со вулканизирање каучукот се претвора во гума (вулканизат) - материјал со нови физичко-хемиски особини. Суштината на процесот на вулканизирање е во попречното врзување на долгите — флексибилни вериги на макро-молекулите на каучук. Бројот на попречните врски кои се создаваат во текот на вулканизирањето го определува степенот на вмрежување на еластомерите или степенот на вулканизирање. Изразот вулканизирање порано беше ограничен само на реакцијата на сулфурот и каучукот. Сега овој назив е проширен на сите реакции кои доведуваат до вмрежување на макромолекулите на каучукот. Повеќе од сто години сулфурот беше супериорен материјал за вулканизирање на производниот и синтетичкиот каучук во услови на индустриско производство на гума. Основен процес на вулканизирањето е реакцијата на двојните врски на каучук и сулфурот и создавањето на сулфидни врски - „сулфидни мостови“ меѓу макромолекулите. Врската може да биде моносулфидна (-S-), дисулфидна (-S-S-) или полисулфидна (-S_x-) Шематски приказ на вулканизирањето на каучукот со сулфур е прикажан на слика 19. Освен сулфурот како средство за вулканизирање, се користат и други хемиски супстанции како што се: пероксид, органски оксиди и полисулфиди, оскиди на метали, диамини, хинони итн.



Сл. 19 - Вулканизирање на каучук со сулфур

Процесот на вулканизирање, го преведува еден еластомер-каучук кој е релативно слаба термопластична маса со неповолни механички особини, во друг еластомер - гума, кој е цврст, еластичен, жилав материјал и поради тоа наоѓа широка примена.



Сл. 20 - а) Ефект на должината на вулканизирањето на особините;
б) Фази на вулканизирањето

Вулканизирањето доведува до промена на следните особини на каучукот: ја намалува пластичноста и растворливоста во органските растворувачи, а ја зголемува јачината на кинење, еластичноста, тврдината и отпорноста спрема абеење. Процесот на вулканизирање зависи од составот на смесата, од температурата, од времето на траењето и од притисокот.

Најмногу се користи вулканизирањето на повисоки температури (130-160°C) и на притисок од 0,2 - 0,5 МРа. Притисокот главно обезбедува хомогеност на производот, го помага создавањето на определен облик и ги подобрува физичко-хемиските особини. Паралелно со вулканизирањето се менуваат и особините на вулканизатот. Во определен момент вулканизатот достигнува оптимална особина за дадена температура и притисок и тој момент се вика оптимум на вулканизирањето. Процесот може да се подели во повеќе фази, како што е прикажано на сликата 20.

Вулканизирањето не доведува до создавање на гума со задоволителни особини за многу намени (јачина на кинење, отпорност на: абеење, стареење, цепење, влијание на светлината итн.). Овие особини можат значително да се подобрат ако на каучукот му се додадат различни супстанции (ингредиенти). На каучукот можат да му се додадат различни супстанции кои ја олеснуваат преработката така што речиси секогаш се преработува смеса на каучук и различни додатоци. Оваа смеса се подготвува за вулканизирање според определена рецептура, во која е даден видот и количеството каучук и други состојби, редоследот на додавањето на одделни состојки и условите за преработка. Практично, може да се каже дека секоја смеса за вулканизирање ги содржи следниве компоненти:

Каучукот е основна компонента за изработка на гума. Се користат природниот, синтетичките каучуци и регенерат*. Изборот на каучук зависи од намената на производот и од начинот на преработката (види табела 6).

*) Регенерат е материјал добиен од отпадоци на гумени производи кој може одново да се користи во производството на гума со мешање со каучук. Меѓутоа, производите добиени со користењето на регенератот имаат послаби физичко-механички особини, па неговото користење е ограничено. Постојат повеќе постапки за добивање регенерат, но основна операција во овие постапки е девулканизирање на гумата и преведувањето во облик кој може директно да се меша со другите компоненти на композицијата за вулканизирање.

Средствата за вулканизирање се супстанции кои доведуваат до процесот на вулканизирање на каучукот. Во оваа група спаѓаат: сулфурот, пероксидите, ди- и поли-сулфидите, оксидите на металите, дијамините, алкилфенол-формалдехидните смоли, хиноните, диизоцијанатите.

Забрзувачи се супстанции кои го забрзуваат процесот на вулканизирање, главно, органски соединенија на сулфур и азот, а ретко неоргански соединенија. Забрзувачите ја разоруваат осмоатомната верига на сулфурот (S_8) на атоми или групи од 2—3 атома и како резултат се добиваат повеќе моносулфидни просторни мостови. На тој начин се добива гума со подобри особини.

Активатори на вулканизирањето се супстанции кои влијаат за поефикасно дејствување на забрзувачите.

Забавувачи на вулканизирањето се супстанции кои обезбедуваат да не дојде до вулканизирање во текот на подготовката на смесата, како и на преработката која се изведува пред вулканизирањето.

Полнилата се супстанции кои се додаваат во композицијата за вулканизирање заради подобрување на особините на производот и за негово поевтинување. Се делат во две групи: активни и неактивни. Активните полнила ги подобруваат особините на гумата, ја зголемуваат отпорноста на кинење, на абење и цепење и ја зголемуваат нејзината цврстина. Во оваа група спаѓаат активните саѓи и активниот силициум диоксид (аеросил). Учеството на полнилата во смесата за вулканизирање може да изнесува и до 70%. Неактивните полнила, како што се глината, барутот и кредата ја олеснуваат преработката и ја снижуваат цената на чинењето, но имаат мало влијание на физичките особини на гумата.

Пластификатори се супстанции кои се користат за зголемување на пластичноста на каучукот и на смесите за вулканизирање, а ја олеснуваат и рамномерната распределба на другите компоненти во смесата за вулканизирање.

Антиоксиданси се супстанции кои го штитат каучукот и гумата од стареење.

Освен наведените компоненти, во смесата за вулканизирање по потреба се додаваат бои и средства за намалување на запалноста итн.

III. 5. ИЗРАБОТКА НА ПРОИЗВОДИ ОД ГУМА

За да може од суров каучук да се изработат некои гумени производи, каучукот се меша со потребните додатоци и се изложува на различни операции од кои најзначајна е вулканизирањето, при која реакција вмрежувањето на каучукот преминува во гума.

Постои мошне голем број различни технолошки постапки за изработка на гумени производи, а основните фази при сите постапки се:

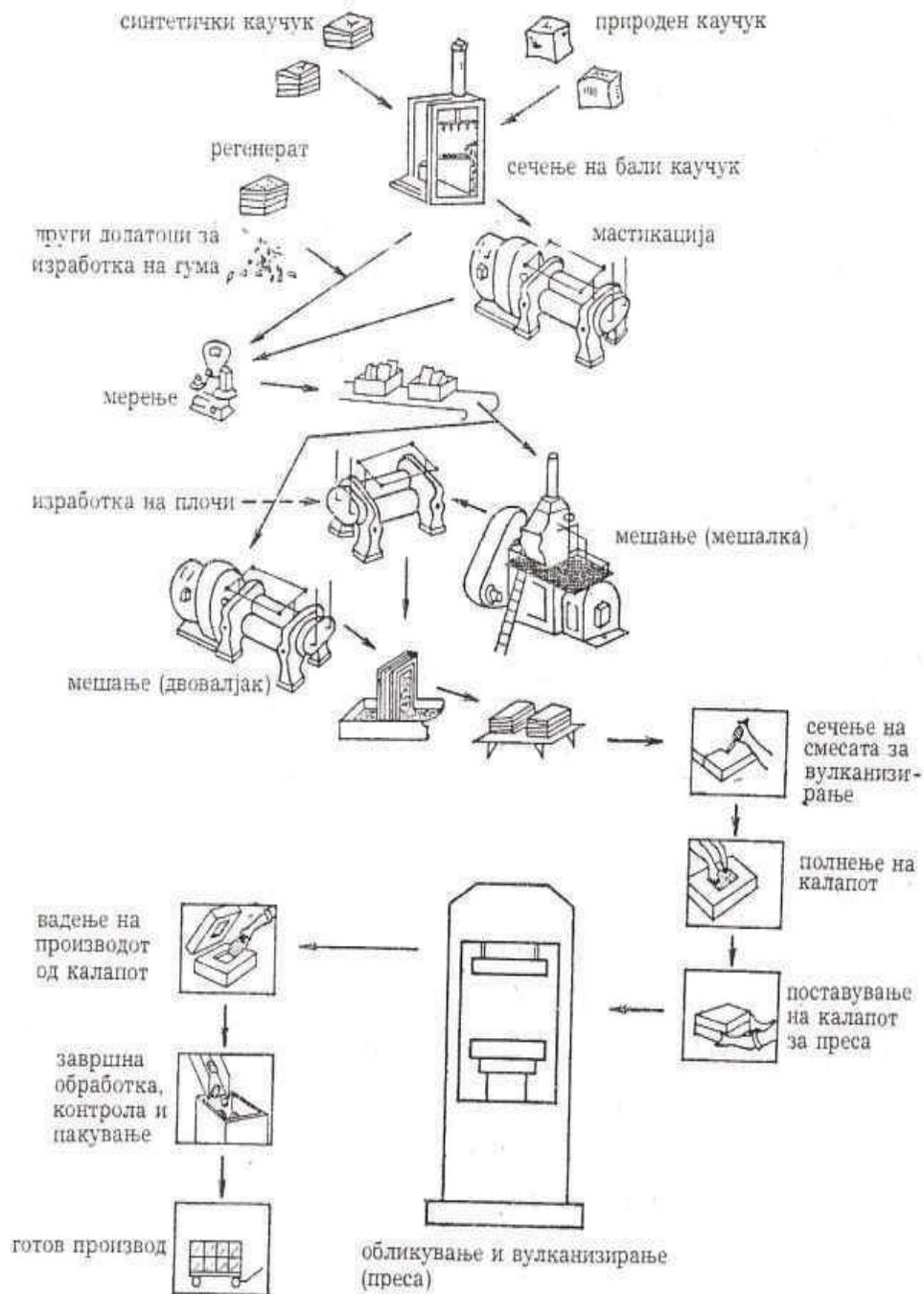
- подготвување на суровините (декристализација, сечење на бала каучук, мерење, мастификација),
- мешање на каучукот со други додатоци,
- обликување,
- вулканизирање,
- завршна обработка и контрола.

Една воопштена шема на преработката на каучукот во гума е прикажана на сл. 21, иако сите прикажани операции не се неопходни за секој вид каучук и за изработка на секаков производ од гума. Постапката за изработка на гумени производи не е континуирана.

III. 5. 1. ПОДГОТОВКА НА СУРОВИНИТЕ

Декристализација. Ако се чува подолго време на температура под 0°C, природниот каучук делумно кристализира, па е потребно пред употребата да се изврши декристализација. Оваа операција се изведува со загревање.

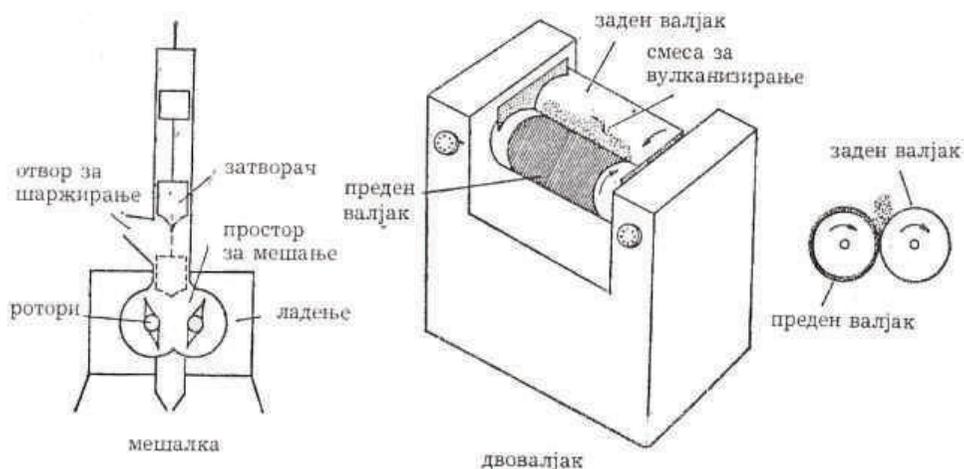
Сечење на бали од каучук. Балите од каучук обично пред употребата мораат да се сечат во помали парчиња. Ова зависи од големината на балите и од големината на уредите за мастикација, односно мешање. Доколку каучукот е во помали бали и ако се располага со поголеми мешачи, сечењето не е потребно. Самото сечење се изведува на специјални секачи (сл.21).



Слика 21 - Шематски приказ на преработката на каучукот во гумени производи со пресување

Мерење. Врз основа на рецептурата за изработка на определен производ од гума се одмеруваат каучукот и сите други додатоци. Измерените количества сировини се ставаат во пластични контејнери и се префрлуваат во одделението за мастикација и мешање.

Мастикација. Тоа е омекунување на каучукот за да стане попластичен и за да може да се меша со другите компоненти на смесата за вулканизирање. Се изведува на двовалјаци, мешачи и пластификатори. Со мастикацијата се врши кинење на долгите макромолекулски вериги, а со тоа се намалува средната моларна маса на каучукот и се менува распределбата на моларните маси. Со мастикацијата на валјациите природниот каучук со средна моларна маса $1,3 \times 10^6$ се преведува за четири минути во каучук со средна моларна маса $0,3 \times 10^6$. Во почетокот се сметаше дека мастикацијата на каучукот е само механички процес и дека се одигрува со механичка сила на свлекување. Подоцна се покажало дека во процесот на кинењето на макромолекулите на каучукот важна улога има и кислородот кој реагира со каучукот. Мастикацијата на двовалјак се одигрува така што валјациите се вртат со различни брзини во спротивна насока, предизвикувајќи сили на свлекување на каучукот кој минува низ отворот меѓу валјациите при што доаѓа до кинење на макромолекулите. Поради триењето доаѓа до издвојување на топлина, па валјациите од внатрешната страна се ладат со вода.



Слика 22 - Принцип на дејството на двовалјак и мешалка

Мастикацијата се изведува во затворени мешачи кои имаат и извесни предности. Принципот на работа е сличен како кај двовалјациите, само што процесот се одигрува меѓу ексцентричен ротор и сидот на садот. Принципот на дејството на двовалјакот и на мешачите е прикажан на сл. 22, Мастикација може да се изведува на температури под 90°C — ладна мастикација, или на температури над 115°C – топла мастикација, во која оксидациониот процес многу повеќе доаѓа до израз. Освен тоа, мастикацијата може да се изведува со додаток на мали количества хемиски средства кои го забрзуваат кинењето на макромолекулите. Мастикацијата е потребна само за природниот каучук, додека за синтетичкиот каучук фазата на мастикација е вклучена во фазата на мешање.

Мешање. Мешањето на каучукот со други додатоци се изведува на исти уреди како и мастикацијата - двовалјак или мешалка (сл. 21 и 22). Прво во мешалката се става каучук, и доколку не е претходно вршена мастикација, може по потреба да се изврши пред додавањето на другите суровини. Потоа, според определениот редослед се додаваат другите суровини и се врши мешање. Мешањето е мошне важна фаза, зашто другите операции и квалитетот на готовите производи зависат од квалитетот на смесата. По завршеното мешање, смесата обично се остава да одлежи.

Обликување. Во претходните фази е подготвена смеса на каучук и други состојки. Оваа смеса нема облик на готов производ, таа во фаза на обликување се преведува во облик на готов производ и потоа се вулканизира. Обликувањето на смесата може да се изведе на повеќе начини од кои наведуваме некои: пресување, екструдирање, шприцање, каландрирање и нанесување.

III. 5. 2. ВУЛКАНИЗИРАЊЕ

Порано е речено дека вулканизирањето е основна операција во производството на гума во која каучукот се преведува во гума. Вулканизирањето обично се изведува со загревање на подготвената смеса на повисен или атмосферски притисок. Техничкото изведување на вулканизирањето зависи од видот на производите и од начинот на преработката на каучукот во определени производи од гума. Така вулканизирањето може да се изведува во калапи на преса и во калапи на машини за шприцање, каде што се формира и производот.

За вулканизирање се користат различни видови преси: хидраулични, пневматски и механички. Формираните производи

можат да се вулканизираат и во автоклави. При континуираното вулканизирање, обликуваната смеса се проведува низ комори со топол воздух или бањи со загреана течност (глицерин). Температурата и времето на вулканизирањето зависат од видот на смесата, од видот, големината и обликот на производот, од начинот на вулканизирање, од видот на опремата итн. Вообичаената температура за вулканизирање изнесува 130—170°C, во посебни случаи и до 200°C. Должината на вулканизирањето се движи од една минута, па и помалку, при производство на мошне ситни предмети со методот на шприцање, па до неколку часа за предмети тешки и до 100 kg. Покрај топлото, се користи и ладно вулканизирање на собна температура за мошне тенки предмети, кога тоа се изведува со потопување во раствор на сулфур монохлорид и јаглерод дисулфид. Контролата на сите параметри на вулканизирањето е необично важна за да се добие производ со оптимални особини.

III. 5. 3. ЗАВРШНА ОБРАБОТКА

Зависно од начинот на формирањето и од видот на производот, понекогаш се појавува и потребата од завршна обработка на готовите производи (сечење, штанцување, обрежување, миеење, монтирање).

III. 5. 4. КОНТРОЛА

Во производството на гумени артикли необично се важни контролата и испитувањето не само на готовите производи, туку и на каучукот и на сите други почетни сировини за производство, како и на меѓупроизводите. Од меѓупроизводите необично е важно испитувањето на смесата за да се утврди дали таа е направена според рецептурата, дали е хомогена и дали со вулканизирањето ќе се добие задоволителен производ. Доколку смесата не одговара можат да се извршат дополнителни корекции на смесата или да се изменат условите за вулканизирање.

Провери го своето знаење:

- 1* Што знаеш за природниот каучук?
- 2* Како се произведува гума?
- 3* Што се употребува при производство на гума?
- 4* Како се изработуваат производи од гума?
- 5* Што подразбираш под подготовка на сировините?
- 6* Каков процес е вулканизирањето?
- 7* Зошто е важна завршната обработка и контролата?

IV МАЗИВА

IV. 1. ОСНОВНИ ПОИМИ

IV. 1. 1. ДЕФИНИЦИИ

Кога површините на деловите на машините при движењето се допираат, доаѓа до триење кое предизвикува абеење на тие површини, нивно загревање и губење на енергија. Главни причини за триењето се хемиското врзување и привлекувањето поради Вандервалсовите сили на места каде што доаѓа до поинтензивен контакт меѓу атомите или молекулите на материјалот од кој се изработени лизгачките површини. При вакви допири може да дојде до откинување на честици од лизгавите површини, а исто така може да дојде и до стопување на овие површини.

Од искуство се дошло до сознанието дека со нанесувањето на определени супстанции меѓу лизгачките површини може да се намали триењето. Ова искуство е применето во сите случаи во кои се покажало дека триењето предизвикува штетни последици. Во прво време како средства за подмачкување се применувале растителни и животински масла и масти. Со време, бројот на средствата за подмачкување се зголемува, така што денес постојат голем број разни средства кои се користат за подмачкување. Мазива или средствата за подмачкување се сите материји, кои се употребуваат за подмачкување на подвижните делови на разни машини, уреди и механизми заради намалување на меѓусебното триење на допирните површини. Со подмачкување се намалува: губењето на силата што се троши за совладување на отпорот поради триењето, абеењето и оштетувањето на површините кои се изложени на триење. Покрај тоа, мазивата исполнуваат и цела низа други функции како што се: заштита на уредите од корозија,

од дејството на агресивните материи и од други надворешни влијанија, како и за одведување на создадената топлина и улога на дихтунг. Квалитетот на подмачкувањето зависи како од составот и од физичко-хемиските особини на средствата за подмачкување, така и од хемиските и физичките особини на површините кои се подмачкуваат.

IV. 1. 2. ТИПОВИ ПОДМАЧКУВАЊА

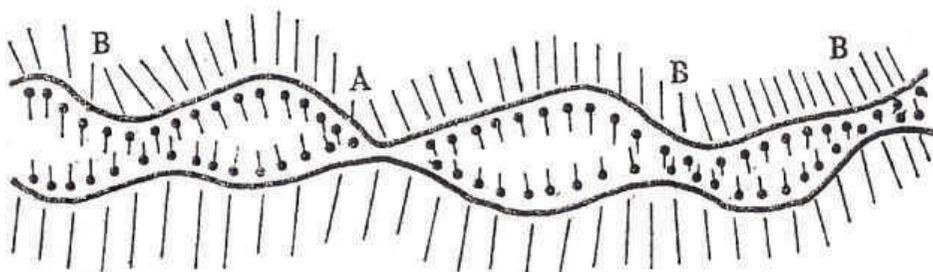
Постојат повеќе начини за подмачкување, почнувајќи од целосно одвојување на лизгачките површини со течно средство за подмачкување, преку граничното подмачкување (подмачкување во гранична фаза) до суво лизгање каде што се доминантни особините на цврстиот материјал. Од сите начини, најзначајни се хидродинамичкото подмачкување и граничното подмачкување.

Хидродинамичко подмачкување. Кај хидродинамичкото подмачкување слојот на мазивото меѓу лизгачките површини достигнува таква дебелина што целиот простор е исполнет со мазиво и лизгачките површини се наполно раздвоени. За да може лизгачките делови да се држат одвоени со мазиво, потребно е да се воспостави рамнотежа меѓу оптоварувањето на лизгачките површини и притисокот на подмачкувачкиот филм. Притисокот на подмачкувачкиот филм може да се обезбеди со некоја надворешна сила или со облик и движење на лизгачките површини. Со оглед на тоа што во овој случај триењето целосно се пренесува на внатрешното триење на мазивото, подмачкувањето зависи од вискозните особини на средствата за подмачкување. Силата на триењето е сразмерна на вискозноста на мазивата, па вискозноста е основниот критериум за избор на мазиво. На сликата 23 е прикажано хидродинамичко подмачкување (подмачкување со течност) со надворешен притисок на мазивото.



Сл. 23 -Хидродинамичко подмачкување

Гранично подмачкување. Кај граничното подмачкување, на лизгачките површини се прилепува слојот на мазивото кој може да биде и мономолекулски. Формирањето на повеќе слоеви не го менува значајно коефициентот на триењето на површините во однос на мономолекулскиот слој. Граничното подмачкување лежи меѓу хидродинамичкото подмачкување и сувото лизгање на неподмачканите површини. Кога кај хидродинамичкото подмачкување оптоварувањето е премногу големо, мазивото што се наоѓа меѓу лизгачките површини не може целосно да го носи ова оптоварување. Во тој случај оптоварувањето во почетокот се дели меѓу мазивото и издадените нерамнини на лизгачките површини (сл. 24), а подмачкувањето преминува од хидродинамичко преку мешано до наплно гранично подмачкување.



Сл. 24 -Гранично подмачкување; во точките В се остварува гранично подмачкување, а во точката А доаѓа до абење

Поместувањето на подмачкувањето од хидродинамичко до гранично доаѓа поради различни причини како што се: високо оптоварување, мала брзина, низок вискозитет на мазивото, груба обработка на лизгачките површини, несоодветен начин на подмачкување итн. Условите за гранично подмачкување се такви што триењето меѓу лизгачките површини е определено со особините на површината и особините на мазивото. Ефикасноста на подмачкувањето на граничната фаза повеќе зависи од структурата и од хемиските особини на мазивото отколку кај хидродинамичкото подмачкување. За граничното подмачкување молекулите би требало да ги имаат овие особини: долги јаглеводородни низи кои заемно се привлекуваат бочно, поларни групи кои го помагаат натопувањето и активни групи или атоми кои можат со металните или со други површини да градат хемиски врски. На тој начин мазивото создава молекулски слој кој

се прилепува на лизгачките површини поради меѓумолекулските сили и хемиските реакции. Овој слој го прима врз себе оптоварувањето, а преку овој слој молекули се остварува и триење.

Суво лизгање. Понекогаш и покрај подмачкувањето доаѓа до суво лизгање, односно до контакт меѓу цврстите лизгачки површини (контакт цврсто-цврсто). До вакви контакти доаѓа при стартување на машината, при големо оптоварување или некаква грешка во подмачкувањето, а обично доведуваат до брзо абеење или дури и до стопување на материјалот. Посебен случај на лизгање цврсто-цврсто има и при цврстите мазива, кои овде ќе бидат детално обработени.

IV. 1. 3. МЕТОДИ НА ПОДМАЧКУВАЊЕ

За да врши функција на подмачкување, мазивото мора да стигне до лизгачките површини. Постојат повеќе методи на остварување на подмачкувањето: со рачно додавање на мазиво, со капење на мазиво на лизгачките површини со гравитација, со натопување така што еден од лизгачките елементи минува низ маслото во резервоарот, со маслени прстени кои одат низ маслото, со уфрлување на мазиво преку пумпа, со дување на масло во облик на магла, што се постигнува со дување на воздух низ маслото кој повлекува капки од маслото и ги фрла на лизгачките површини, со циркулација на масло под притисок со централизирано подмачкување во затворените системи каде што има валчести, куглични и други лежишта, подмачкани и затворени, така што надворешното подмачкување не е потребно.

IV. 1. 4. ПРИМЕНА НА МАЗИВАТА ВО ГРАФИЧКАТА ИНДУСТРИЈА

Редовното подмачкување на машините, постројките и уредите претставува мошне значаен фактор во нивното одржување, зашто обезбедува долготрајна нормална работа и ги намалува загубите на енергија. Правилниот избор и организацијата на подмачкувањето се мошне важни во сите области на индустријата само што се користат разни машини, постројки и уреди, а особено таму каде што се бара

континуирана, механизирана и прецизна работа. Во рамките на организацијата на одржување на машините, постројките и уредите, потребно е да се изврши добра организација. на подмачкувањето и правилен избор на видот и типот на средството за подмачкување, начинот на подмачкување, нормирање на потрошувачката на мазивни средства итн. Современата графичка индустрија е поврзана со голем број различни машини, постројки и уреди, така што одржувањето и подмачкувањето на овие машини е мошне значајно за нормалната работа. Меѓутоа, со оглед на мошне големиот број видови и типови разни машини, како и на важноста на правилното подмачкување, обично секој производител на машини препорачува соодветно средство за подмачкување, начин (техника) на подмачкувањето, зачестеност на подмачкувањето и се друго што е во врска со подмачкувањето. Поради тоа, во рамките на овој учебник ќе бидат прикажани само основните општи својства на мазивата од гледиште на хемиската структура, потеклото, составот, особините, поделбата итн.

IV. 1. 5. КЛАСИФИКАЦИЈА НА МАЗИВАТА

Постои мошне широк асортиман на мазива со разни особини и квалитети. Мазивата можат да се делат на различни начини според: агрегатната состојба, потеклото, составот, начинот на преработка, областа на примена итн.

Според агрегатната состојба, мазивата се делат на цврсти, полуцврсти, течни и гасовити, а комбинирано со потеклото и составот, мазивата можат да се поделат на следниов начин:

цврсти - неоргански соединенија, метали, полимери и органски соединенија;

полуцврсти - природни растителни и животински масти, минерални масла со додаток на сапун и синтетичка маст;

течни - природни растителни и животински масла, минерални масла (деривати на нафта) синтетички масла, замастени (компаундирани) минерални масла со природни масла, легирани минерални масла со синтетички масла;

гасовити - гасови или пареи на некои јаглеводороди или халогени деривати на јаглеводородите и аеросолите.

Мазивните масла се појавуваат на пазарот поделени според областа на примената. Постојат повеќе начини за поделба според областа на примената со голем број групи и подгрупи, а овде се наведуваат само неколку најважни групи масла според намената: моторни (мотори со внатрешно согорување), машински-лежишни (лежишта, водилки), вретенски (вретена, фина механика), трансмисиони, цилиндарски (парни машини), турбински (парни и водни турбини) компресорски (воздушни компресори и компресори, уреди за ладење) хидраулични (хидраулични уреди и инсталации, преси, дигалки), циркулациони (циркулациони и протечни системи), пневматски (пневматски алати и машини), масло за редуктори и запченици итн.

Мазивните масла можат да се делат и врз основа на вискозноста и индексот на вискозноста.

Во Македонските стандарди маслата се поделени според начинот на примената.

IV. 1. 6. ОСОБИНИ НА МАЗИВАТА

Постојат многу типови материјали кои во соодветни услови се користат како мазива. Сите овие мазива се дефинирани со определени карактеристики. Меѓутоа, овде ќе бидат прикажани само некои основни карактеристики кои ги дефинираат најважните средства за подмачкување, а особено течните мазива и масла. Реолошките особини, поврзани со подвижноста на мазивата, се најзначајни за областа на примената, а тука спаѓаат вискозноста, индексот на вискозноста, температурата на стегнување и температурата на капење и пенетрација.

Вискозност. Од сите особини на течните мазива, вискозноста е најважна затоа што ја определува големината на триењето кое ќе се појави меѓу лизгачките површини и способноста на мазивата да создадат доволно дебел слој меѓу лизгачките површини за да се избегне контактот цврсто-цврсто. Ова е сосем јасно кога се знае дека вискозноста е особина на течностите, на гасовите и на цврстите тела да му се спротивстават на нивното течење под дејство на надворешна сила, односно силата на триење која се појавува при движењето на еден слој од течноста над друг слој. Вискозноста може да се измери со различни методи и да се изрази на различни начини. За дефинирање на мазивата се користи апсолутната вискозност,

кинематичката вискозност и релативната вискозност. Релативната вискозност се определува со споредување на вискозноста на некое масло со вискозноста на водата. Во Македонските стандарди е дадена вискозност и во Енглерови степени, кои најчесто се применуваат во Европа. Степенот на Енглер е однос на времето на истечување на 200 ml масло на определена температура и времето на истечување на истата зафатнина вода на 20°C. Мерењето се врши со специјален стандардизиран Енглеров вискозиметар, а за вискозност на водата на 20°C се зема 1°Е. Апсолутната вискозност е сила на триењето на флуодот до единица површина кога градиентот на брзината е еднаков на единица. Оваа вискозност се вика и динамичка или коефициент на вискозноста, а се мери во Ns/m^3 , односно Pas (Паскал секунда). Кинематичката вискозност е еднаква на количникот на апсолутната вискозност и на густината на испитуваната маса, а се мери во m^2/s :

$$1 \text{ m}^2/\text{s} = \frac{1 \text{ Pas}}{1 \text{ kg/m}^3}$$

Индекс на вискозноста. Вискозноста на течноста значително опаѓа со порастот на температурата, за кое треба да се води сметка при користењето на мазивото. Затоа, во карактеризирањето на мазивата е воведено мерилото способност на маслото да ја задржи вискозноста, односно мерилото за промена на вискозноста со температурата, кое се вика индекс на вискозноста (IV) што за повеќето масла и се стандардизира. Доколку индексот е поголем, помала е промената на вискозноста со температурата.

Температура на стиѓување. Тоа е температура при која маслото ладено според пропишаната постапка толку се згуснува што престанува да тече. Парафините влијаат неповолно, зашто кристализираат често во облик на мрежа која доведува до заматување и создавање тиња. Температурата на стиѓувањето обично и претходи за околу 5°C на температурата на заматувањето.

Температура на палење. Температурата при која пареата на примерокот на нормален притисок (101,3 kPa) се пали со отворен пламен се вика температура на палењето.

Температурата на палењето се користи како оценка за испарливоста и за способноста за согорување во моторите од кои зависат потрошувачката на мазивото и промената на вискозноста (кога ќе испарат лесните јаглеводороди, вискозноста се зголемува). Ова е значајно особено кај уредите кои работат при повисоки температури.

Мазивоста е способност на маслата да се прилепуваат до лизгачките површини и да создават тенки филмови. Растителните и животинските масла се одликуваат со добра мазивост, па затоа им се додаваат на минералните масла заради подобрување на мазивоста - замастени минерални масла.

Пенетрација и температура на капелје. Конзистенцијата на мастите се изразува со пенетрацијата која е дефинирана со навлегувањето на стандардниот конус во маста на температура 25°C, а во траење од 5 секунди. Длабочината на навлегувањето се регистрира автоматски на стандардна апаратура во десетти делови на милиметар, но се изразува како неименуван број (единица без димензии). Пенетрацијата е во корелација со конзистентниот број според NLGI (National Lubricating Grease Institute. - Национален институт за мазивни масти - САД).

Температурата на капелје е онаа температура на која маста почнува да се топи со појава на првите капки од топената маст, односно температурата на која во стандардната апаратура и при точно дефинирани услови за определување ќе капне првата капка маст.

Табела 7 - Конзистенција на мастите (според NLGI)

Број NLGI	Пенетрација	Опис
000	445 - 475	полутечна
00	400 - 430	полутечна
0	355 - 385	мошне мека
1	310 - 340	мека
2	265 - 295	средно мека
3	220 - 250	средна
4	175 - 205	цврста
5	130 - 160	мошне цврста
6	85 - 115	мошне цврста

Неутрализационен број. Тој ја означува содржината на слободните киселини во мазивото, а се изразува како број mg KOH на грам масло. За свежите масла е дозволена мошне ниска содржина на слободните киселини, така што за моторните масла изнесува 0,05 KOH/g. Порастот на неутрализациониот број во текот на употребата укажува на оксидационите процеси при кои се создаваат киселини.

Неутрализационен број. Ја дефинира содржината на цврстите суспендирани супстанции во масло.

Содржина на пепел. Вкупното количество несогорливи материји во маслата може да биде само незначително. Кај маслата кои содржат сапун или некоја неорганска адитива, содржината на пепелта може да биде висока (1-8% сулфатна пепел, зависно од металот на сапунот).

Густина на маслото. На 20°C густината на маслото се движи меѓу 890 и 1000 kg/m³, зависно од видот на маслата.

Провери го своето знаење:

- 1* Кои видови на подмачкувања ги познаваш?
- 2* Наброј неколку методи на подмачкувања?
- 3* Каква е примената на мазивата во графичката индустрија?
- 4* На кој начин ги класифициравме мазивата?
- 5* Кои особини на мазивата ги знаеш?
- 6* Што е тоа индекс на вискозност?
- 7* Какви својства се пенетрација и температура на капење кај мазивата?

IV. 2. ВИДОВИ МАЗИВА

IV. 2. 1. ЦВРСТИ, МАЗИВА

Некои неорганички или органички материји во кристална или аморфна состојба можат да се користат како средства за подмачкување. Нанесени на тријачките површини во облик на прав или филм, овие материји го снижуваат триењето, го намалуваат абењето, и го спречуваат откинувањето на честици од материјалите. Цврстите мазивни средства можат да се поделат на следниве групи: неорганички супстанции-графит, молибден-сулфид (MoS_2) сребро јодид, талк, волфрам сулфид, бентонитна глина, меки метали - олово, калај, цинк, индиум, берилиум, галиум, полимери - политетрафлуоретилен, најлон, полиетилен, органички соединенија — восоци, сапуни, масти, и некои пигменти; материји кои на тријачките површини во текот на хемиската обработка формираат филм (сулфатни, фосфатни, оксидни).

Овие мазивни средства се употребуваат во тешки услови на работа при ниски или високи температури, високи притисоци и висок степен на радијација, кога течните средства не можат да обезбедат добро подмачкување. Овие средства се користат и кога треба целосно да се обезбеди мазивото да не навлезе во производствениот медиум (фармацевската и прехранбената индустрија). Најважна карактеристика на цврстите мазива е големината на коефициентот на триењето, а големо значење имаат и дисперзноста на честиците и методот на нанесување. Дисперзноста на честиците се движи во областа од 0,1 - 50 μm а коефициентите на триењето се: за MoS_2 - 0,06; за графит — 0,06 - 0,1 и за тефлон 0,06. Цврстите средства можат да се применат во облик на прав кој се нанесува на површината, пасти, аеросоли, масти, течни дисперзии или филм со разни врзивни средства.

Од групата цврсти мазива широка примена најдоа три супстанции: колоиден графит, молибден сулфид (MoS_2) и политетрафлуоретилен (тефлон). Графитот и молибден сулфидот се особено важни како мазива на високи температури и на мошне високи притисоци. Обете супстанции имаат слоевидна структура која ги обезбедува мазивните особини. Графитот може да се користи до температура од 3000°C. Обчно се користи во облик на суспензија во масла (олеосол) или во

вода (хидросол). Графитот има висока топлотна проводливост и особина да ги пополнува нерамнините на металната површина, па создава компактен и мазен филм. Слична функција има и молибден сулфидот но до температура од 900°C, зашто до оваа температура молибден сулфидот има мал коефициент на триење. Над оваа температура коефициентот на триење нагло се зголемува, зашто доаѓа до разлагање и до создавање на трисулфид, кој е изразито абразивен.

Мошне познат производ на молибден сулфидот е „моликот“. Кај, порозните лежишта произведени со синтерување на метален прав можат успешно да се применат цврсти мазива кои ги импрегнираат површините и на тој начин обезбедуваат добро подмачкување. За овие цели се користат графит, молибден сулфид и политетрафлуоретилен. Политетрафлуоретиленот има низок коефициент на триење, отпорен е на агресивни медиуми, може да се користи на температури од - 200 до + 300°C. Недостаток на политетрафлуоретиленот е слабата проводливост на топлина, ниската отпорност на абеење и слабата издржливост на притисок. Политетрафлуоретиленот може да се нанесе и на рапави метални површини премачкани со тенок оксиден слој. Создадениот филм на полимер дебел 0,0076 - 0,015 mm подмачкува и штити.

IV. 2. 2. МАСТИ ЗА ПОДМАЧКУВАЊЕ (ПОЛУЦВРСТИ МАЗИВА)

Мастите се полуцврсти средства за подмачкување врз база на масла за подмачкување кои се згустени со некое средство за создавање гел, како што се сапуните. Структурата и однесувањето на мастите за подмачкување покажуваат дека тоа се всушност тиксотропни гелови во кои металните сапуни се структурни влакнести елементи, а маслото за подмачкување е врзивна течност. Тиксотропните гелови со раздвижување или со мешање се претвораат во течност но одново се стегнуваат кога ќе се прекине мешањето. Според хемискиот состав, мастите за подмачкување се доста хомогени, двофазни смеси на минерални масла и сапуни со полуцврста или речиси цврста конзистенција. Особините на мастите зависат од видот и од особините на маслата и сапуните од кои се изградени. За изработка на масти за подмачкување обично се користат алуминиум и бариум — соли на заситени или незаситени масни киселини. Се користат и

сапуни на олово, стронгиум и на цинк. Обично се користи смеса на масни киселини или на глицериди со различни моларни маси, зашто влакната кои се градат во таквите смеси не се истоветни па придонесуваат за поголема стабилност на маста за подмачкување. Некои масти за подмачкување содржат и вода која дејствува како модификатор на структурата, додека присуството на вода во други масти е штетно, зашто ја намалува стабилноста.

Калциумови (товотни) масти. Имаат ниска точка на капење (65-100°C) и можат да се користат при работни температури од -20 до 65°C. Со менувањето на количеството на калциум-сапуни, можат да се добијат масти во широки граници на конзистенција - од меки пасти до цврсти производи. Овие масти имаат широка примена зашто тешко се истиснуваат со вода, а имаат релативно пристапни цени па се користат за подмачкување на лежишта кои се разложени на дејството на вода и влага.

Натриумови и калиумови масти. Имаат релативно висока точка на капење (170-200°C) и висока механичка отпорност, па можат да се користат и на повисоки температури (0-150°C). Со оглед на тоа што калиумовите и натриумовите сапуни се растворливи во вода, мастите не можат да се користат во допир со вода или при висока влажност. Овие масти содржат 10—20% сапуни. Се користат за куглични, лизгачки и валчести лежишта.

Литиумови масти. Точката на капење им е 175°C, а се постојани на високи температури и во присуство на влага. Можат да се користат во широк распон на температури (од -55 до +200°C). Овие масти се мошне постојани, отпорни се на дејството на оксидационите средства, постојани се во текот на лагерирањето, па можат да се сметаат како универзални масти за подмачкување. Меѓутоа, поради високата цена, овие масти имаат ограничена примена и се применуваат само при екстремни услови.

Алуминиумови масти. Слични се на мастите врз база на калциум.

Бариумови масти. Постојани се на дејството на вода, имаат висока точка на капење. Отпорни се на промената на конзистенцијата при работни услови. Овие масти можат да се групират во универзалните масти со широка примена.

Силиконски масти. Се изработуваат од различни силиконски масла и литиумови сапуни или некои други средства за згуснување. Се применуваат во широк обем на температури од -73 до +315°C. Мошне се отпорни на дејството на кислород.

IV. 2. 3. ТЕЧНИ МАЗИВА (МАСЛА)

Течните мазива сочинуваат повеќе од 90% од сите мазивни средства, така што најголем дел од техниката на подмачкувањето се базира врз маслата и тоа главно врз минералните масла, добиени од нафта. Во оваа група, покрај минералните масла, спаѓаат природните растителни и животински масла, легирани и замастени минерални и синтетички масла.

IV. 2. 3. 1. Минерални масла за подмачкување

Минералните масла се смеси со сложен состав на различни виши јаглеводороди кои се добиваат од сурова нафта. Хемискиот состав на маслата се проценува врз основа на содржината на одделни групи јаглеводороди: парафински, нафтени, ароматски и асфалтно-смолести супстанции. Содржината на одделни групи зависи од природата на нафтата и од начинот на преработката и пречистувањето на минералните масла. Според начинот на добивањето, минералните масла ги делиме на: резидуални и дестилати. Често се користат смеси на резидуални масла и дестилати кои се викаат мешани или компаундирани масла.

Резидуални масла. Тоа е остаток на дестилацијата на нафта, кој, покрај другите состојки, содржи тешко запални масла. Одомаќениот назив за овие масла е брајт-сток. Зависно од количината на заостанатите неиспарливи масла, постојат два основни типови резидуални масла — темни со мошне мало количество заостанати тешко испарливи масла и светли со

поголемо количество тешко испарливи масла. Темните масла се користат за подмачкување на груби машини и за подготвување на црни масти. Светлите масла се многу поквалитетни и имаат широка примена. Се подложуваат на обично солвецтно рафинирање и се користат како цилиндарски масла или се мешаат со парафински дестилати за производство на потешки моторни и цилиндарски масла.

Дестилати. Оваа група опфаќа мошне голем асортиман на различни минерални масла со широка градација на вискозноста. Се добиваат од фракцијата која заостанува при атмосферската дестилација на суровата нафта. Поради високата температура на вриење на овој остаток (над 320°C), натамошното фракционирање се врши под намален притисок (дестилација во вакум). Со вакум-дестилација обично се издвојуваат три основни фракции: лесно, средно и тешко масло, иако често се издвојуваат и повеќе фракции, 4-6. Врз база на овие фракции со мешање во разни односи, со додаток на разни адитиви, се произведуваат голем број минерални масла со различни квалитети и особини за различни намени. Овие фракции натаму се преработуваат зависно од видот на нафтата од која е добиено маслото и од бараниот квалитет на мазивното масло. Добиените фракции од вакум-дестилацијата се подложуваат на натамошно пречистување — рафинирање заради отстранување на сите примеси кои влијаат неповолно врз квалитетот на маслото и врз промената на особините, и во текот на лагерирањето, и во текот на експлоатацијата. Со пречистувањето е потребно од маслата да се отстранат асфалтните материи и парафини, како и сулфурните, азотните, кислородните и незаситените супстанции. Рафинирањето може да се изврши на повеќе начини: екстракција, кристализација, оксидација, хидрогенизација, апсорпција итн. Со екстракција се отстрануваат асфалтните супстанции, олефините и разни сулфурни соединенија. Како екстракциони средства се користат фенол, крезол, фурфурол, а за екстракција на парафини (депарафинизација) се користи метил-етил-кетон, смеса на пропил и бутил-кетон, трихлоретилен, бензол или смеса на овие растворувачи. Депарафинизацијата е неопходно потребна особено за минералните масла, добиени од суровините на неасфалтен тип. Со депарафинизацијата се зголемува течливоста на маслата на ниски температури, зашто парафинот при снижувањето на температурата кристализира при што се создава гел. Покрај

течности, со соодветната екстракција се подобруваат мазивните особини и постојаноста на маслата, зашто покрај другите примеси, се отстрануваат и асфалтните супстанции кри обично доведуваат до создавање на тињест талог. Завршното пречистување може да се врши со цедење на маслото низ разни апсорпциони средства: глина, боксит, силикагел. Наместо атсорпција, завршното пречистување може да се изведува со третирање на минералното масло со водород на зголемен притисок и зголемена температура. Рафинираните минерални масла се викаат рафинати. Благодарение на современите методи за нивна преработка, можат да се користат сите видови нафта и да се добиваат минерални масла со висок квалитет.

Течните минерални масла не се применуваат само како мазива, туку имаат и друга примена, така што според намената се делат на мазивни и немазивни масла. Во немазивни масла спаѓаат: изолационите масла (трансформатори, кондензатори, кабли), хидраулични масла (хидраулични системи и амортизери) и разни масла за технолошка примена (козметика, фармацевтика, калење на метали, графички бои, омекнувачи). Мазивните минерални масла можат да се класифицираат на различни начини: според областа на примената, вискозноста, индексот на вискозноста, степенот на легирање (% адитиви). Поделбата според областа на примената, дадена во класификацијата за мазивни масла, важи и за минералните масла.

Табела 8 - Класификација на маслата според индексот на вискозноста

Видови масла	Индекс на вискозноста
Масла со низок индекс	35
Масла со среден индекс	35 - 80
Масла со висок индекс	80 - 110
Масла со мошне висок индекс	110

Табела 9 - Класификација на маслата според вискозноста

Видови масла	Вискозност на 60 степени Целзиусови (Pa s)
Вретенски	0,01
Машински - лесни	0,01 - 0,02
Машински - тешки	0,02 - 0,1
Цилиндарски	0,12 - 0,3

IV. 2. 3. 2. Природни растителни и животински масла

Природните масла и масти се смеси на триглицеридите-естри на глицерид и разни масни киселини (палмитинска, стеаринска, олеинска, линолна и линоленска). Зависно од конзистенцијата се делат на масла (течни), и масти (полуцврсти). Маслата се течни затоа што во голем дел во триглицеридите се содржат незаситени масни киселини. Со зголемена содржина на заситени масни киселини температурата на топење на мастите е повисока. Мастите се обично од животинско потекло, додека маслата се добиваат од растенија, од риби и од морски животни. Растителните масла и масти се добиваат од семиња или од плодови на некои растенија (маслинка, сончоглед, соја, лен, ричинус итн.) со пресување или со екстракција. Често овие два метода се комбинираат, па маслото најпрвин се истиснува со пресување, а неиспресуваниот остаток се екстрахира со растворувач. Маслата се пречистуваат со таложење, цедење, центрифугирање и со адсорпција или со дејство на сулфурна киселина и алкалин. Животинските масти и масла се добиваат најчесто со топење, а поретко со екстракција. Природните масла и масти се нестабилни и подложни на оксидација, особено при повисоки температури. Имаат високи мазивни својства поради поларните молекули. Имаат ниска вискозност со исклучок на ричинусовото масло. Овие масла порано биле применувани многу повеќе како средства за подмачкување, но денес се применуваат ограничено и тоа главно како додаток на минералните масла заради подобрување на мазивните особини.

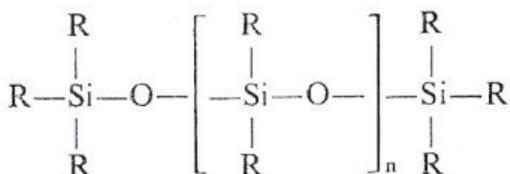
IV. 2. 3. 3. Синтетички масла за подмачкување

И покрај големиот број мазива врз база на минерални масла, брзиот развој на техниката бараше решавање и на некои проблеми на подмачкувањето во многу потешки и посложени услови за работа на машината, каде што минералните масла не можеа да задоволат. Така доаѓа до користење на разни синтетички масла кои треба да исполнат цела низа барања: употребливост во широки температурни граници и добра хемиска стабилност, отпорност на оксидација, на снижена запалност, мала зависност на вискозноста од температурата, отпорност на радиоактивните зрачења итн. Најчеста примена на синтетичките масла за подмачкување е кај екстремните температурни услови.

Над 93 - 124°C, минералните масла оксидираат, а при ниски температури од -8 до +10°C стануваат силно вискозни и издвојуваат восоци па надвор од овие граници е неопходна примена на синтетички масла или на некои други видови мазива.

Првите синтетички мазива се појавиле уште во 1929 година, а се произведени со полимеризирање на олефини. Во Германија, во 1940 година се појавуваат естерски масла, а во 1943 година силикони во Америка. И некои хемиски материји развиени за други примени можат да се користат како средства за подмачкување. Во групата синтетички масла за подмачкување најширока примена најдоа следниве соединенија: силикони, органски естри, полигликоли, флуорни средства, естри на фосфорна киселина, естри на силициумова киселина, хлорирани аромати, разни масла врз база на полимери итн.

Силиконски масла. Полисилоксанови мазивни масла (силиконски течности) се полимери кои во основната верига ја содржат силиконската група - Si - O - Si - со општата формула:



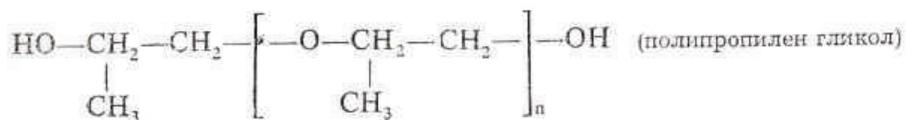
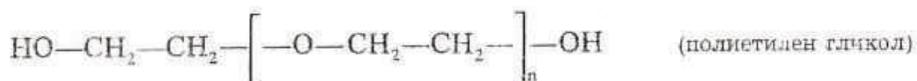
R - органски радикал
(метил, етил, фенил,
хлорфенил)

Силиконските масла се одликуваат со: мала промена на вискозноста со температурата, со ниска температура на стврднување, со мала испарливост и со добра стабилност. За специфични примени се произведуваат разни видови силиконски масла во широки граници на вискозност. Се применуваат диметил, метил-етил-метил-фенили флор-фенил-силикосани. Со делумно воведување на фенил наместо метил остатоци во полисилоксаните се зголемува отпорноста на оксидација и стабилноста на високи температури, а со воведувањето на хлорфенил-групата се зголемува и можноста за оптоварување. Силиконските масла се препорачуваат за подмачкување на прецизни инструменти, часовници, електронски уреди, површини од гума и пластични материјали, како и за подмачкување при ниски температури. Примената е ограничена поради слабот квалитет за подмачкување на челик во однос на челикот и некои

други вообичаени комбинации на метали. Сепак, овој недостаток до некаде е отстранет со употребата на флор-фенил-полисилоксан.

Органски естри. Истражувањата на средствата за подмачкување кои би можеле да се применуваат во поширока температурна област доведоа до примена на ди-естри на адипинска, азелаинска и себацинска киселина со разгранети алкохоли со 9 до 10 атоми. Широка примена најдоа диетил-хексил себацинат, диетил-хексил адршанат, и дисец-амилсебацинат. Особините на диестерските масла се модифицираат на ист начин и со исти адитиви како и минералните масла. Ваквите композиции на диестерски масла имаат мошне висок индекс на вискозност, висока точка на палење, мала испарливост, ниска точка на стиѓување и можат да се користат на температури од -54 до 230°C со долготрајна употреба без значителни промени на особините. Овие масла најдоа примена и кај млазните и суперсоничните авиони.

Полигликоли. Најширока примена од полигликолите најдоа полиетилен гликолот и полипропилен гликолот и нивните естри добиени со замена на една или на обете хидроксилни групи со различни радикали:



Разни полигликоли можат да бидат растворливи или нерастворливи во вода. Маслата врз база на полипропилен-гликол се нерастворни во вода, меѓутоа полимерот добиен од смеса на пропилен и етилен-оксид е растворлив во вода, зашто во веригата содржи и единица (-OCH₂CH₂-).

Со изборот на условите за полимеризирање може да се варира моларната маса од околу 400 (масла со мала вискозност) од околу 3000 (мошне вискозен полимер). Особините можат да

се менуваат и со замена на хидроксилните групи на краиштата на веригата.

Полигликолите имаат ниска точка на стиѓување, висок индекс на вискозност и никакво или незначително влијание на гумените или другите дихтунзи. Полигликолите се користат за: подмачкување на разни машини, запченици, компресори а исто така и како хидраулични течности, спроводници на топлина, потоа за изработка на антифриз и за многу други цели.

Флуорни средства за подмачкување. Мазивните масла врз база на разни флор-јаглеводороди, како што се: C₁₄F₃₀, C₂₀F₄₂, (CF₂-CFC₁)₇ мошне се стабилни на дејството на топлината и при високи температури на дејството на оксидационите и други активни материи, имаат висока температура на самозапалување, низок напон на пареата и висока способност за подмачкување. Недостатоците им се: значителна промена на вискозноста со температурата и висока точка на стиѓување. Овие средства се применуваат за подмачкување на различни постројки кои работат на високи температури и во услови на контакти со оксидациони и други агресивни средства.

Естри на фосфорна киселина. Извесен број естри на фосфорната киселина се користат како мазиво, првенствено поради високата отпорност на оган. Овие естри имаат општа формула OP(OR)₃, каде што R може да претставува алкил, арил или некој друг остаток. Естрите на фосфорната киселина имаат ниска испарливост, индекс на вискозноста сличен на минералните масла и можат да се користат долготрајно до температура од 150°C. Недостаток на овие мазива е тоа што лесно хидролизираат. Со оглед на тоа што естрите на фосфорната киселина се добри растворувачи на бои и лакови, потребно е да се води сметка за изборот на затнувачките материјали. Се користат како мазива и како хидраулични течности.

Други синтетички мазивни масла. Покрај опишаните, најдоа примена како мазива и некои други синтетички масла: полимеризати на олефини (етилен, пропилен и изобутилен), полифенил етер, естри на силициумова киселина, хлорирани аромати, кондензирани хлорпарафини и кондензирани аромати со хлорпарафини.

IV. 2. 4. ГАСОВИТИ МАЗИВА

Воздухот и инертните гасови најдоа широка примена како средства за подмачкување особено при големи брзини, при високи и ниски температури. Гасовите како мазива имаат и други предности, како што се долготрајност на употребата, мала фрикција при големите брзини, а во многу случаи работниот флуид — гасот служи како мазиво. Одамна е забележано дека воздухот и другите гасови имаат функција на мазиво и дека ако од површината на сосем мазните метали се отстрани воздухот, овие при триењето можат сосем да се залепат. Присуството на гасот на површината создава филм на апсорбираниот гас кој служи како мазиво. Во случај на подмачкување со гасови, деталите на лизгачките површини (лежишта), мораат да бидат мошне прецизно изработени, како во поглед на обликот, така и во поглед на површините. Лежиштата во кои се употребуваат гасови како мазиво, имаат главно исти особини како и лежиштата кои се подмачкуваат со минерални масла. Како мазиво се употребуваат гасови или нивни смеси: воздух, водород, хелиум, азот, кислород, аргон, јаглерод диоксид итн.

Како гасовити мазива се користат и гасовите или пареите на некои органски и неоргански соединенија. Постојат два типа вакви соединенија — оние чии пареи или гасови се инертни во однос на површината која се подмачкува и оние кои реагираат со оваа површина. Од инертните ќе ги споменеме јаглеводородите. Обично се употребуваат пареите на јаглеводородите со мало количество (0,1 — 0,2%) сулфур или фосфор, зашто во тој случај се добиваат подобри резултати при подмачкувањето отколку кога се користат пареи на чистите јаглеводороди. Сепак, реагираат со тричката површина. Тоа се на пример, халогени деривати на метан (CCl_2F_2 , CBr_2F_2 , CBrF_3). Во вакви случаи, доаѓа до реакција со површината на металот и се создава филм кој служи како мазиво.

Во групата гасовити средства можат да се стават и аеросолите врз база на течни и цврсти мазива.

Провери го своето знаење:

- 1* Што се тоа цврсти мазива?
- 2* Објасни ги полуцврстите мазива?
- 3* Какви својства имаат течните мазива?
- 4* Што знаеш за природните и синтетичките масла?
- 5* Што ги карактеризира гасовитите мазива?

IV. 3. АДТИВИ

Хемиските соединенија или смеси на хемиски соединенија кои се додаваат на мазивата заради: подобрување на особините се викаат адитиви. Често се случува многу квалитетни мазива, сепак, да ги немаат сите пожелни особини, па им се додаваат специјални хемиски соединенија кои обично им подобруваат некоја особина и го намалуваат недостатокот. Постојат и комплексни адитиви кои истовремено влијаат на неколку особини. Адитивите се додаваат обично во количество од неколку илјадни делови на процент до 10%. Доколку на некое мазиво му се додава повеќе адитив заради подобрување на различни особини, треба да се води сметка за меѓусебната компатибилност (подносливост) на овие адитви. Овие адитиви не смеат меѓусебно да реагираат и да создаваат некои производи кои се таложат или создадените производи да вршат некое спротивно дејство од она за кое се наменети.

Постојат голем број разни адитиви кои според дејството можеме да ги поделиме во следниве групи:

- средства за подобрување на вискозноста, односно индексот на вискозноста,
- средства за снижување на точката на зацврстување (депресори),
- антиоксиданси,
- антикорозивни средства (инхибитори на корозијата),
- детергенти,
- средства за подобрување на мазивните особини,
- антипенливци и
- средства за подобрување на подмачкувањето на високи притисоци.

Средства за подобрување на вискозноста. Вискозноста на маслата се менува со промената на температурата. Така, ако се избере некое мазиво кое има соодветна вискозност за работната температура, тоа може да биде премногу вискозно на пониски температури пред почетокот на работата. За да се добие масло кое ќе има помали промени на вискозноста со температурата, на маслата им се додаваат специјални додатоци. Овие средства најчесто се додаваат на моторните масла за да се добијат мазива со погодна вискозност и на ниски температури. Моторното масло кое се користи за автомобили, и лете и зиме, е типичен пример на масло на кое му се додадени адитиви за

подобрување на индексот на вискозноста. За оваа цел најчесто се користи полиизобутилен, полимери на виши естри на метакрилна киселина, полиакрилтироли со моларни маси меѓу 5000 и 25000.

Антиоксиданси. Оксидацијата на маслата се одигрува верижно. Првиот степен на оваа реакција е создавање пероксид, а потоа се создаваат киселини и други оксидациони производи. Антиоксидансите ги разоруваат пероксидите и на тој начин го прекинуваат оксидациониот процес. Вака се спречува создавањето на оксидациони производи кои се таложат, го загадуваат маслото и се намалува корозијата што би ја предизвикале со оксидацијата создадените органски киселини. Како антиоксиданси се користат амини, феноли и соединенија на сулфур и на фосфор. Обично се користат ди-т-бутил-п-крезол, 2-нафтол и фенил-л-нафтиламин, во концентрација од 0,5 до 1% за мазивни масла за парни турбини, електрични мотори, хидраулични инсталации и инструменти.

Антикорозивни средства. Тоа се површински активни соединенија кои првенствено цврсто се апсорбираат, а можат и да се соединуваат со металните површини и на тој начин штитат од дејствата на корозивните агенси и го спречуваат каталитичкото дејство на металите. Како антикорозивни средства се користат естрите на вишите масни киселини, амините, органските фосфати и тиофосфатите, сулфонатите и некои органски киселини.

Средства за спречување на пената. Мазивните масла со голема вискозност и маслата кои содржат површински активни материи, при ситното маткање и мешање со воздухот можат да создадат пена. Со создавањето на пената, лизгачките површини можат да останат без мазиво, што предизвикува оштетување на лизгачките површини и губење на преносот на силата. Ефикасни средства против создавањето пена се силиконските масла со вискозност $3 \times 10^{-4} - 10 \times 10^{-4}$, m^2/s на $38^\circ C$. За моторите со внатрешно согорување, турбините и авионските мотори, се користат силиконски масла во количество од неколку делови на милион. Бидејќи силиконските масла не се целосно растворливи во минерални масла, дејствуваат на тој начин што се формираат ситни капки со мал површински напон

кои помагаат да се разбијат меурчињата од воздух и да се ослободи воздухот.

Детергенти - дисперзанти. Овие средства го спречуваат создавањето или ги отстрануваат веќе создадените талози на нечистотиите на деловите кои доаѓаат во допир со мазивните масла. Детергентите се применуваат главно, за моторни масла, бидејќи овие доста се загадуваат со продуктите на согорувањето. За други примени се избегнуваат поради тоа што доведуваат до создавање на пена која влијае неповолно при подмачкувањето.

Детергентите се адсорбираат на нерастворливите честички на нечистотиите, ги преведуваат во суспензија во масло и на тој начин се спречува таложењето на честичките и се одржува чистотата на сидовите на цилиндрите, прстените и вентилите. Доколку нечистотијата е веќе наталожена, детергентот се распростира по оваа површина, ги подига создадените честички и ги суспендира во маслото. Како детергенти најчесто се применуваат буриум и калциум сулфонати и феноксиди, на кои често им се додаваат детергенти без пепел кои го намалуваат таложењето на нечистотиите и на пониски температури. Во оваа група детергенти спаѓаат аминоалхил-метахрилатите. Бидејќи детергентите ги мијат металните површини, ги прават подложни на корозија, па најчесто се користат во комбинација со антикорозивни средства.

Средства за снижување на температурата на стиѓувањето (депресори). Овие средства овозможуваат маслото да остане течно и на пониски температури на кои без овој додаток би дошло до стиѓување и маслото не би можело да се примени за дадената температурна област. Кога маслото ќе се разлади под температурата на стиѓувањето, почнуваат да кристализираат парафините. Адитивите за намалување на температурата на стиѓувањето дејствуваат како заштитни колоиди кои се обвиткуваат околу кристалните јадра на парафините во моментот кога овие јадра ќе се создадат. На тој начин се спречува развивањето на големи кристали во облик на разгранети мрежи, кои предизвикуваат стиѓување. Со создавањето на тиња се врзува од течниот дел на маслото, му се намалуваат подвижноста и способноста за подмачкување. Како депресор се користат полиметакрилатите и полимерите

добиени со концензирање на парафините со нафталин или со феноли.

Средства за подобрување на мазивните особини.

Мазивноста на маслата кај граничниот тип подмачкување е поврзана со способноста за распростирање на мазивата на површините кои се лизгаат. Мазивноста може да се зголеми ако на маслата им се дадат високо поларни соединенија. Ваквите соединенија создаваат адсорпционен филм на металната површина и го намалуваат триењето и абењето. Масните киселини или нивните метални сапуни се многу подобри средства за подмачкување од јаглеводородите на минералните масла. Затоа, како адитиви за подобрување на мазивните особини на минералните масла се користат природните масла и како еден од првите адитиви за овие цели се применуваше рициновото масло, додадено во мали количества. Поради адсорпцијата на масните естри на металните површини и создавањето на сапуни поради реакциите на ослободените масни киселини со металната површина се создаваше стабилен мазивен филм. Освен природните масла, масните киселини и сапуните, се користат и разни други супстанции, хлорирани восоци, сулфурирани масти и олефини и органски фосфорни соединенија.

При подмачкувањето под висок притисок, поради поострите работни услови, се бара создавање на постабилен филм. Ова се обезбедува со адитивите кои во молекулот содржат сулфур, хлор и фосфор, кои можат да реагираат со металот и да обезбедат создавање на доволно стабилен филм на површината на металот. Ваквите стабилни филмови можат да издржат и потешки услови за работа при добро подмачкување.

Провери го своето знаење:

- 1* Што се тоа адитиви и зошто се употребуваат?
- 2* Какви својства имаат адитивите?
- 3* Што знаеш за средствата за подобрување на вискозноста?
- 4* Зошто се додаваат антиоксиданси во мазивата?
- 5* Каква задача имаат антикорозивните средства?
- 6* Што се постигнува со додавање на детергенти - дисперзанти во мазивата?
- 7* Зошто се додаваат за подобрување на мазивните особини на мазивата?

ГРАФИЧКИ МАТЕРИЈАЛИ ЗА II ГОДИНА

ЛИТЕРАТУРА:

1. Зора Калчевич - Сметко: Фотокемија I, Загреб 1996 година;
2. Фрањо Месарош: Графичка енциклопедија, Загреб 1975 година;
3. Диме Антевски: Основи на графичарството, Скопје 1998 година;
4. Берзин Игор: Полиграфически материјали, Москва 1998 година;
5. Слободан Јовановиќ и Ѓуро Косановиќ: Графички материјали II, Скопје 1987 година;
6. Милан Брекиќ, Дивна Тарабиќ, Риста Трајковиќ: Графички материјали I, Скопје 1988 година;
7. Разни производители: најнови проспекти и каталози, и интернет содржини.

СОДРЖИНА

стр.

Фотографски материјали	4
Градба и начин за добивање фотографски материјали	4
Добивање на фотоосетлива емулзија и нанесување	6
Карактеристики на фотографските материјали	12
Општа осетливост на фотографскиот материјал	16
Спектрална осетливост на фотографскиот материјал	19
Големината на зрната и моќ на раздвојување	20
Видови фотографски материјали	21
Состав и особини на насловите за обработка	23
Раствори за фиксирање на слики	27
Градба и особини на фотографските материјали во боја	30
Состав и особини на копирните слоеви	34
Репродукција	38
Добивање на фотографска слика	42
Подготовка и чување на развивачот	43
Видови на развивачи	44
Начини на развивање	45
Фиксирање	46
Својства на фотографските слоеви	49
Оригинали	52
Лепила	54
Класификација на лепилата	56
Теории на лепење	57
Влијание на одделни компоненти на лепилото	63
Влијание на условите за лепење врз јачината	66
Лепила во графичката индустрија	68
Лепила добиени од природни полимери и вода	70
Лепила добиени од синтетички полимери и вода	72
Термопластични лепила	75
Терморективни лепила	76
Гума и еластомери	77
Особини на еластомерите	79
Природен каучук	81
Синтетички каучук	83
Стирол-бутадиен каучук	87
Бутадиен каучук	88
Бутадиен-нитрилен каучук	90
Хлоропрен каучук	91
Изопрен каучук	92
Полиуретански каучук	94
Силиконки каучук	97
Производство на гума	99
Изработка на производи на гума	103

Вулканизирање и завршна обработка	106
Мазива-основни поими	108
Примена на мазивата во графичката индустрија	111
Класификација на мазивата	112
Особини на мазивата	113
Видови мазива; цврсти мазива	117
Масти за подмачкување(полуцврсти мазива)	118
Течни мазива(масла)	120
Адитиви	128

*

Димитрија Антевски

Благородна Аргирова

ГРАФИЧКИ МАТЕРИЈАЛИ

ЗА II ГОДИНА

ГРАФИЧКА СТРУКА

*

Лектор:

Виолета Јовановска

*

Технички уредник:

Дарко Антевски

*

Корицата ја илустрирала:
Наташа Антевска - Вељановска

