

**TEHNOLOŠKO-METALURŠKI FAKULTET
UNIVERZITETA U BEOGRADU**

Dušan Ž. Mijin

GRAFIČKE BOJE I LEPKOVI

Beograd, 2012.

Autor:
Dušan Ž. Mijin

GRAFIČKE BOJE I LEPKOVI

Recezent:
Prof. dr Predrag Živković
Prof. dr Petar Uskoković

Izdavač:
Tehnološko-metalurški fakultet
Univerziteta u Beogradu
Beograd, Karnegijeva 4

Za izdavača:
Prof. dr Đorđe Janačković, dekan

Glavni i odgovorni urednik:
Prof. dr Karlo Raić

Urednik:
Prof. dr Željko Grbavčić

Tiraž:
150 primeraka

ISBN 978-86-7401-289-5

Štampa:
Razvojno istraživački centar Grafičkog inženjerstva
Tehnološko-metalurškog fakulteta
Beograd, Karnegijeva 4

KRATAK SADRŽAJ

Predgovor	i
Skraćenice	iii
1. UVOD U GRAFIČKE BOJE.....	1
2. OBOJENOST BOJA I PIGMENATA.....	12
3. BOJE I PIGMENTI.....	26
4. VEZIVO GRAFIČKE BOJE. ULJA I FIRNISI	34
5. RASTVARAČI.....	41
6. SMOLE	50
7. VOSKOVI.....	65
8. SUŠENJE GRAFIČKIH BOJA.....	70
9. OSTALI ADITIVI	79
10. GRAFIČKE BOJE ZA TIPO ŠTAMPU	86
11. GRAFIČKE BOJE ZA OFSET ŠTAMPU	91
12. GRAFIČKE BOJE ZA DUBOKU ŠTAMPU.....	97
13. GRAFIČKE BOJE ZA FLEKSO ŠTAMPU	102
14. GRAFIČKE BOJE ZA SITO ŠTAMPU	111
15. SISTEMI ZASNOVANI NA ZRAČENJU (RADIJACIONI SISTEMI)....	117
16. GRAFIČKE BOJE SPECIFIČNIH SVOJSTAVA I SPECIJALNIH NAMENA.....	128
17. PROIZVODNJA GRAFIČKIH BOJA.....	136
18. SVOJSTVA GRAFIČKIH BOJA I NJIHOVO ODREĐIVANJE.....	146
19. UVOD U LEPKOVE	165
20. VRSTE I SVOJSTVA LEPKOVA	175
LITERATURA.....	186
INDEX.....	187

SADRŽAJ

PREDGOVOR	I
SKRAĆENICE	III
1. UVOD U GRAFIČKE BOJE	1
1.1. ISTORIJA GRAFIČKIH BOJA	1
1.2. GRAFIČKE BOJE.....	2
1.2.1. Osnovna svojstva grafičkih boja.....	2
1.2.2. Vizuelna svojstva grafičkih boja.....	3
1.2.2.1. Obojenost grafičke boje	3
1.2.2.2. Transparentija i opacitet grafičke boje.....	4
1.2.2.3. Sjaj grafičke boje	4
1.2.3. Uslovljenost formulacije i svojstava grafičke boje svojstvima tehnološkog postupka štampanja.....	4
1.2.3.1. Grafičke boje za flekso i duboku štampu	4
1.2.3.2. Grafičke boje za ofset i tipo štampu.....	5
1.2.3.3. Grafičke boje za sito štampu	5
1.2.4. Načini sušenja	5
1.2.4.1. Sušenje apsorpcijom	5
1.2.4.2. Sušenje oksidacijom.....	5
1.2.4.3. Sušenje isparavanjem.....	5
1.2.4.4. Hemijsko sušenje.....	6
1.2.4.5. Sušenje inicirano zračenjem	6
1.2.5. Adhezioni priroda grafičkih boja.....	6
1.2.6. Postojanost grafičkih boja	7
1.2.6.1. Postojanost na svetlost	7
1.2.6.2. Postojanost na toplotu	7
1.2.6.3. Postojanost na abraziju.....	7
1.2.6.4. Postojanost na uticaj upakovanog proizvoda.....	7
1.2.6.5. Atmosferski uticaji.....	8
1.3. VRSTE ŠTAMPE.....	8
1.3.1. Visoka štampa	8
1.3.1.1. Tipo štampa	8
1.3.1.1.1. Zaklopne mašine	8
1.3.1.1.2. Cilindarske mašine.....	9
1.3.1.1.3. Rotacione mašine	9
1.3.1.2. Flekso štampa	10
1.3.2. Ravna štampa.....	10
1.3.2.1. Ofset štampa.....	10
1.3.3. Duboka štampa.....	11
1.3.4. Sito štampa.....	11
2. OBOJENOST BOJA I PIGMENATA	12
2.1. DEFINISANJE BOJA I PIGMENATA	12
2.2. OSNOVNI KONCEPT OBOJENOSTI	13
2.3. ADITIVNA I SUPTRAKTIVNA SMEŠA BOJA	15
2.4. SISTEMI ZA SPECIFIKACIJU BOJA.....	17
2.4.1. RGB i CMY bojeni prostori.....	17
2.4.2. CIE sistem (X, Y, Z).....	18
2.4.3. CIE Lab sistem	19
2.4.4. Manselov sistem	20
2.5. SAVREMENO TUMAČENJE POREKLA OBOJENOSTI. UTICAJ STRUKTURE NA OBOJENOST.	21
3. BOJE I PIGMENTI	26
3.1. BOJE.....	26
3.1.1. Osnovna struktura boja.....	26

3.1.1.1.	Polienske i polimetinske boje	26
3.1.1.2.	Nitro i nitrozo boje.....	26
3.1.1.3.	Azo boje	27
3.1.1.4.	Indigoidne boje	27
3.1.1.5.	Di- i trifenilmetinske boje i njihovi aza analozi	27
3.1.1.6.	Antrahinonske boje	27
3.1.2.	<i>Boje u grafičkim bojama</i>	28
3.1.2.1.	Kisele boje.....	28
3.1.2.2.	Bazne boje.....	28
3.1.2.3.	Metalkompleksne (rastvorne) boje.....	28
3.1.2.4.	Disperzne boje	28
3.2.	PIGMENTI.....	29
3.2.1.	<i>Podela pigmenata</i>	30
3.2.1.1.	Podela organskih pigmenata prema strukturi.....	31
3.2.1.1.1.	<i>Lak pigmenti katjonskog tipa</i>	31
3.2.1.1.2.	<i>Lak pigmenti anjonskog tipa</i>	31
3.2.1.1.3.	<i>Pigmenti na bazi metalnih kompleksa</i>	31
3.2.1.1.4.	<i>Neutralni pigmenti (koji ne sadrže metal u strukturi)</i>	31
3.2.1.2.	Neorganski pigmenti.....	32
3.2.1.2.1.	<i>Crni pigmenti</i>	32
3.2.1.2.2.	<i>Beli pigmenti</i>	33
3.2.1.2.3.	<i>Ostali neorganski pigmenti</i>	33
4.	VEZIVO GRAFIČKE BOJE. ULJA I FIRNISI	34
4.1.	ULJA	35
4.1.1.	<i>Biljna sušiva ulja</i>	35
4.1.1.1.	Laneno ulje	35
4.1.1.2.	Tung ulje.....	36
4.1.1.3.	Ulje oktikike	36
4.1.1.4.	Dehidratirano ricinusovo ulje (DRU).....	37
4.1.1.5.	Segregaciona ulja	37
4.1.1.6.	Morska ulja.....	37
4.1.2.	<i>Polusušiva ulja</i>	37
4.1.2.1.	Sojino ulje.....	38
4.1.3.	<i>Nesušiva ulja</i>	38
4.1.3.1.	Mineralna ulja.....	38
4.1.3.2.	Ulje za novinske grafičke boje	38
4.1.3.3.	Nesušiva biljna ulja	39
4.1.3.3.1.	<i>Ricinusovo ulje</i>	39
4.2.	FIRNISI	39
5.	RASTVARAČI.....	41
5.1.	UGLJOVODONIČNI RASTVARAČI.....	44
5.1.1.	<i>Destilati nafte niske temperature ključanja-alifatični</i>	44
5.1.2.	<i>Destilati nafte visoke temperature ključanja-alifatični</i>	45
5.1.3.	<i>Ugljovodonični rastvarači-naftenski</i>	45
5.1.4.	<i>Aromatični ugljovodonici</i>	45
5.2.	ALKOHOLI.....	45
5.2.1.	<i>Alifatični alkoholi</i>	45
5.2.2.	<i>Aliciklični alkoholi</i>	46
5.3.	<i>Glikoli</i>	46
5.4.	KETONI	47
5.5.	ESTRI	48
6.	SMOLE	50
6.1.	PRIRODNI POLIMERI	50
6.1.1.	<i>Kolofonijum</i>	50
6.1.2.	<i>Šelak</i>	52
6.1.3.	<i>Manila kopal</i>	52

6.1.4. Asfalti.....	52
6.1.5. Skrob i dekstrin.....	53
6.1.6. Guma arabika.....	53
6.2. SINTETSKI POLIMERI	53
6.2.1. Fenolne smole	53
6.2.2. Alkidne smole	54
6.2.3. Ugljovodonični polimeri	55
6.2.4. Silikonski polimeri.....	56
6.2.5. Alkilovane urea-formaldehidne smole (AUFS).....	56
6.2.6. Alkilovane melamin-formaldehidne smole	56
6.2.7. Poliamidni polimeri.....	56
6.2.8. Poliimidni polimeri.....	57
6.2.9. Hlorovana guma.....	58
6.2.10. Izomerizovane gume (ciklizovane).....	58
6.2.11. Vinilni polimeri.....	58
6.2.12. Keto polimeri.....	59
6.2.13. Akrilni polimeri	60
6.2.14. Epoksi smole.....	60
6.2.15. Poliuretani	61
6.2.16. Derivati celuloze.....	61
7. VOSKOVI.....	65
7.1. SINTETSKI VOSKOVI	65
7.1.1. Poli(etenski) voskovi.....	65
7.1.2. Poli(tetrafluoroeten).....	65
7.1.3. Halogenovani ugljovodonični voskovi.....	65
7.1.4. Amidi masnih kiselina.....	66
7.1.5. Naftni voskovi.....	66
7.2. PRIRODNI VOSKOVI.....	67
7.2.1. Pčelinji vosak.....	67
7.2.2. Karnauba vosak.....	68
7.3. DRUGI PRIRODNI VOSKOVI.....	68
8. SUŠENJE GRAFIČKIH BOJA.....	70
8.1. SUŠENJE OKSIDACIJOM VEZIVA.....	70
8.2. SUŠENJE UPIJANJEM	71
8.3. SUŠENJE ISPARAVANJEM	73
8.4. SUŠENJE POLIMERIZACIJOM.....	73
8.5. SUŠENJE GELIRANJEM	74
8.6. SUŠENJE OČVRŠČAVANJEM.....	74
8.7. SUŠENJE TALOŽENJEM.....	74
8.8. MEHANIZAM BRZOG SUŠENJA.....	75
8.9. SUŠIOCI.....	75
8.9.1. Tečni sušioci.....	76
8.9.2. Pastozni sušioci.....	77
8.2. UTICAJ TEMPERATURE I KISELOSTI NA SUŠENJE	77
9. OSTALI ADITIVI	79
9.1. PLASTIFIKATORI	79
9.2. HELATNI AGENSI.....	80
9.3. ANTIOKSIDANTI.....	80
9.4. POVRŠINSKI AKTIVNE MATERIJE (PAM).....	81
9.4.1. Anjonske PAM.....	81
9.4.2. Katjonske PAM.....	81
9.4.3. Nejonske PAM.....	81
9.4.4. Amfoterne PAM.....	81
9.5. DEZODORANSI.....	82
9.6. ČISTE HEMIKALIJE	82
9.6.1. Baze	82
9.6.2. Organske kiseline i anhidridi	83

9.6.3. Polioli	84
9.7. ANTIPENUŠAVCI	84
9.8. AGENSI ZA STABILIZOVANJE BOJA	85
10. GRAFIČKE BOJE ZA TIPO ŠTAMPU	86
10.1. SASTAV GRAFIČKIH BOJA ZA TIPO ŠTAMPU	87
10.1.1. <i>Formulacije grafičkih boja za tipu štampu</i>	88
10.1.1.1. Grafička boja za tipu štampu za upojni papir za zaklopne štamparske mašine.....	88
10.1.1.2. Grafička boja za tipu štampu za nepremazni papir za cilindarske štamparske mašine.....	89
10.1.1.3. Grafička boja za tipu štampu za premazni papir	89
10.1.1.4. Grafička boja za tipu štampu koja se suši oksidacijom.....	89
10.1.1.5. Grafička boja za tipu štampu za novine u boji	89
10.1.1.6. Crna grafička boja za tipu štampu za rotacione štamparske mašine .	89
11. GRAFIČKE BOJE ZA OFSET ŠTAMPU.....	91
11.1. OPŠTA SVOJSTVA	91
11.2. SUŠENJE GRAFIČKIH BOJA ZA OFSET ŠTAMPU.....	91
11.3. SASTAV GRAFIČKIH BOJA ZA OFSET ŠTAMPU.....	92
11.3.1. <i>Formulacije grafičkih boja za ofset štampu</i>	95
11.3.1.1. Grafička boja za tabačnu ofset štampu na papiru	95
11.3.1.2. Grafička boja za tabačnu ofset štampu na kartonu	95
11.3.1.3. Grafička boja za tabačnu ofset štampu na neupojnom supstratu	96
11.3.1.4. Grafička boja za ofset štampu iz rolne.....	96
12. GRAFIČKE BOJE ZA DUBOKU ŠTAMPU.....	97
12.1. SASTAV GRAFIČKIH BOJA ZA DUBOKU ŠTAMPU.....	98
12.1.1. <i>Formulacija grafičkih boja za duboku štampu</i>	100
12.1.1.1. Grafička boja za papirnu ambalažu	100
12.1.1.1. Grafička boja za aluminijsku foliju	100
12.1.1.1. Grafička boja za poli(etenski) film.....	101
12.1.1.1. Grafička boja za papirne postere	101
13. GRAFIČKE BOJE ZA FLEKSO ŠTAMPU	102
13.1. SASTAV GRAFIČKIH BOJA ZA FLEKSO ŠTAMPU	102
13.1.1. <i>Formulacije grafičkih boja za flekso štampu</i>	105
13.1.1.1. Grafičke boje za flekso štampu koje sadrže boje.....	106
13.1.1.2. Grafičke boje za flekso štampu koje sadrže pigmente	106
13.2. VODENE GRAFIČKE BOJE	107
13.2.1 <i>Suvi pigmenti u vodenim grafičkim bojama</i>	108
13.2.2. <i>Formulacija vodenih grafičkih boja</i>	109
14. GRAFIČKE BOJE ZA SITO ŠTAMPU	111
14.1. SUŠENJE	112
14.1.1. <i>Sušenje i stabilnost sito štampe</i>	112
14.2. SASTAV GRAFIČKIH BOJA ZA SITO ŠTAMPU	112
14.2.1. <i>Formulacije grafičkih boja za sito štampu</i>	113
14.2.1.1. Grafičke boje za sito štampu tankog filma.....	114
14.2.1.2. Grafičke boje za sito štampu ultra tankog filma.....	114
14.2.1.3. Grafičke boje za sito štampu na neupojnim podlogama	114
14.2.1.3.1. <i>Grafičke boje za sito štampu na metalnim znacima</i>	114
14.2.1.3.2. <i>Grafičke boje za sito štampu na polimernim materijalima</i>	115
14.2.1.4. Grafičke boje za sito štampu na polietenskim kontejnerima.....	115
14.2.1.5. Grafičke boje za sito štampu na tekstilnom materijalu	115
14.2.1.6. Fluorescentne grafičke boje za sito štampu.....	116
15. SISTEMI ZASNOVANI NA ZRAČENJU (RADIJACIONI SISTEMI)....	117
15.1. ELEKTROMAGNETNO ZRAČENJE I ELEKTRONSKO ZRAČENJE	117

15.2. MIKROTALASNO I RADIOTALASNO SUŠENJE.....	118
15.3. IR SISTEMI.....	118
15.4. GRAFIČKE BOJE I FIRNISI ZA UV I ELEKTRONSKO ZRAČENJE.....	120
15.4.1. Hemija UV i EZ sistema.....	120
15.4.2. Prepolimeri za UV i EZ sisteme.....	123
15.4.3. Diluenti za UV i EZ formulacije.....	124
15.4.4. Nereaktivni plastifikujuči diluenti.....	125
15.4.5. Principi formulisanja UV grafičkih boja.....	125
15.4.5.1. Formulacija UV grafičkih boja za ofset štampu.....	125
15.4.5.2. Formulacija UV grafičkih boja za tipo štampu.....	126
15.4.5.3. Formulacija UV grafičkih boja za suvi ofset za štampu na polimernim materijalima i metalu.....	126
15.4.5.4. UV grafičke boje za ofset štampu iz rolne.....	126
15.4.5.5. Formulacija UV grafičkih boja za sito štampu.....	126
15.4.5.6. UV grafičke boje za flekso i duboku štampu.....	127
15.4.5.7. UV grafičke boje za ink džet štampače.....	127
16. GRAFIČKE BOJE SPECIFIČNIH SVOJSTAVA I SPECIJALNIH NAMENA.....	128
16.1. GRAFIČKE BOJE NA BAZI METALNIH PIGMENATA.....	128
16.2. VODORASTVORNE GRAFIČKE BOJE.....	128
16.3. ZAVRŠNI LAKOVI.....	129
16.4. GRAFIČKE BOJE ZA PRIMENU U TRAKAMA ZA MATRIČNE ŠTAMPAČE.....	130
16.5. NEVIDLJIVE GRAFIČKE BOJE.....	130
16.6. SIGURNOSNE GRAFIČKE BOJE.....	131
16.7. GRAFIČKE BOJE ZA BESKONTAKTNU ŠTAMPU.....	131
16.7.1. Grafičke boje za elektrografiju.....	131
16.7.2. Grafičke boje za ink džet štampu.....	132
16.7.2.1 Formulacije grafičkih boja za kontinualnu ink džet štampu.....	133
16.8. GRAFIČKE BOJE ZA STERILIZACIJU.....	133
16.9. GRAFIČKE BOJE ZA METALNE POVRŠINE.....	134
16.9.1. Grafičke boje za ravne površine.....	134
16.9.2. Grafičke boje za prethodno formirane posude.....	134
16.10. LETTERSET ŠTAMPA.....	135
17. PROIZVODNJA GRAFIČKIH BOJA.....	136
17.1. PROIZVODNJA FIRNISA.....	136
17.1.1. Firnis za pastozne grafičke boje.....	136
17.1.2. Firnis za tečne grafičke boje.....	137
17.2. PROIZVODNJA GRAFIČKIH BOJA.....	137
17.3. DISPERGOVANJE PIGMENTA.....	141
17.4. PLANIRANJE FABRIKE ZA PROIZVODNJU GRAFIČKIH BOJA.....	143
17.5. ORGANIZACIJA FABRIKE ZA PROIZVODNJU GRAFIČKIH BOJA.....	144
17.5.1 Redosled operacija.....	144
17.5.2. Faktori koje treba razmotriti pri pravljenju mape.....	144
17.5.3. Ostali faktori.....	144
17.6. KUPOVINA GRAFIČKIH BOJA.....	145
18. SVOJSTVA GRAFIČKIH BOJA I NJIHOVO ODREĐIVANJE.....	146
18.1. ISPITIVANJE PIGMENATA.....	146
18.1.1. Ispitivanje suvih pigmenata.....	146
18.2. TESTIRANJE BOJA.....	149
18.2.1. Metalkompleksne boje.....	149
18.2.2. Bazne boje.....	149
18.2.3. Kisele, reaktivne i direktne boje.....	149
18.3. KONTROLA KVALITETA GRAFIČKIH BOJA.....	150
18.3.1. Brzo ispitivanje grafičkih boja.....	150
18.3.1.1. Pastozne grafičke boje.....	150
18.3.1.2. Tečne i sito grafičke boje.....	155
18.3.2. Dugotrajno ispitivanje grafičkih boja.....	157

18.4. ISPITIVANJE EKSPLOATACIONIH SVOJSTAVA GRAFIČKIH BOJA	159
18.4.1. Pastozne grafičke boje	159
18.4.2. Tečne grafičke boje	159
18.4.3. Sito grafičke boje	159
18.5. TESTIRANJE SUVOG OTISKA	160
18.5.1. Papir i karton	160
18.5.2. Film štampa	162
18.5.3. Folija	163
18.5.4. Metal	163
18.5.5. Ostali polimerni materijali	164
18.6. ANALIZA GRAFIČKIH BOJA	164
18.6.1. Hemijski testovi	164
19. UVOD U LEPKOVE	165
19.1. TEORIJA LEPLJENJA	165
19.2. PODELA LEPKOVA	168
19.2.1. Funkcija	169
19.2.2. Hemijski sastav	169
19.2.3. Način očvršćavanja	170
19.2.4. Fizički oblik	172
19.2.5. Cena	172
19.2.6. Upotreba	173
19.3. SASTAV LEPKA	173
19.4. UTICAJ NAČIN SLEPLJIVANJA NA JAČINU SPOJA	174
20. VRSTE I SVOJSTVA LEPKOVA	175
20.1. VRSTE LEPKOVA PREMA HEMIJSKOM SASTAVU	175
20.1.1. Epoksi lepkovi	175
20.1.2. Elastomerni lepkovi	175
20.1.2.1. Stiren-butadienski lepkovi	176
20.1.3. Poli(vinil-acetat) i poli(vinil-alkohol)	176
20.1.3.1. Poli(vinil-acetat)	176
20.1.3.2. Poli(vinil-alkohol)	176
20.1.3.3. Poli(vinil-acetal)	176
20.1.4. Prirodni lepkovi	177
20.1.4.1. Životinjski lepkovi	177
20.1.4.2. Riblji lepkovi	178
20.1.4.3. Kazeinski lepkovi	179
20.1.4.4. Skrobni lepkovi	179
20.1.4.5. Lepkovi na bazi celuloze	181
20.2. SVOJSTVA I TESTIRANJE LEPKOVA I SPOJEVA	181
20.2.1. Opšta svojstva lepkova	181
20.2.1.1. Viskoznost	181
20.2.1.2. Vek skladištenja	182
20.2.1.3. Radni vek	182
20.2.1.4. Pokrivanje	182
20.2.1.5. Blokiranje	182
20.2.1.6. Lepljivost	182
20.2.1.7. Prodiranje	182
20.2.1.8. Brzina vezivanja	182
20.2.2. Svojstva lepkova u grafičkoj industriji	182
20.2.3. Ispitivanje lepkova	183
20.2.3.1. Jačina spoja	184
20.2.3.2. Trajnost spoja	184
LITERATURA	186
INDEX	187

Predgovor

Predmet Grafičke boje i lepkovi uveden je u nastavni program profila Grafičkog inženjerstva na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu, kao rezultat potrebe da se studenti profila detaljnije upoznaju sa grafičkim bojama i lepkovima. Kao rezultat tih nastojanja, nastao je i udžbenik *Grafičke boje i lepkovi*. Osim studenata Tehnološko-metalurškog fakulteta, mogu ga koristiti i studenti drugih fakulteta i viših škola, koji u svojim programima izučavaju grafičke boje i lepkove. Takođe se nadam da će u ovoj knjizi moći da nađu korisne podatke i poslediplomci srodnih oblasti, kao i i svi koji se bave grafičkim bojama i lepkovima.

Gradivo koje razmatra ovaj udžbenik predstavlja osnovu za shvatanje veoma važnih materijala u grafičkoj industriji, grafičkih boja i lepkova. Udžbenik je pisan korišćenjem dostupne anglosaksonske literature, tako je da se u tekstu mogu naći odgovarajući strani i odomaćeni izrazi. Nastajao je u dužem periodu, prvo u obliku skripti, koje su koristile generacije studenata u prethodnoj deceniji, da bi na kraju dobio oblik koji je pred vama.

Radi preglednosti i lakšeg izučavanja ceo materijal je podeljen u 20 poglavlja, od kojih prvih osamnaest razmatra grafičke boje, a poslednja dva lepkove. U prvom delu se razmatraju istorija i osnovni pojmovi vezani za grafičke boje, da bi se zatim detaljno izučavale komponente koje ulaze u sastav grafičkih boja. Posebna poglavlja obrađuju grafičke boje podeljene prema vrsti štampe, da bi se deo posvećen grafičkim bojama završio ispitivanjem svojstava grafičkih boja. Sedamnaesto poglavlje obuhvata proizvodnju firmisa i grafičkih boja, kao i organizaciju fabrike za proizvodnju grafičkih boja. Deo koji se odnosi na lepkove, podeljen je u dva poglavlja. U prvom se razmatraju osnove lepljenja i podela lepkova prema različitim kriterijuma, kao što su funkcija, hemijski sastav, cena. Drugo poglavlje se detaljno bavi lepkovima prema hemijskom sastavu i ukratko o ispitivanju lepkova i spojeva.

Ovaj udžbenik zajedno sa praktikumom (D.Ž. Mijin, *Grafičke boje i lepkovi – praktikum*, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, 2008.) čini celinu jer su laboratorijske vežbe u praktikumu date tako da prate nastavni program predmeta *Grafičke boje i lepkovi*.

Sa iskrenim poštovanjem zahvaljujem se recenzentima: prof. dr Predragu Živkoviću i prof. dr Petru Uskokoviću, na korisnim savetima i dragocenim primedbama, pri recenziji rukopisa. Takođe se zahvaljujem i prof. dr Slobodanu Jovanoviću koji je svojim savetima značajno doprineo unapređenju rukopisa.

Beograd, jun 2012. godine

Autor

Skraćenice

ABC	acetatbutirat-celuloza
AMK	amidi masnih kiselina
APC	acetatpropionat-celuloza
AUFS	alkilovane urea-formaldehidne smole
BDDA	1,4-butandioldiakrilat
CI	indeks boja
CIE	The International Commission on Illumination
DBP	dibutil-ftalat
DCHP	dicikloheksil-ftalat
DDA	2,2-dionoldiakrilat
DEGDA	dietilen-glikoldiakrilat
DiBP	diizobutil-ftalat
DiOcP	diizooktil-ftalat
DMP	dimetil-ftalat
DOcP	dioktil-ftalat
DRU	dehidratirano ricinusovo ulje
EC	etil-celuloza
EDTA	etilendiaminotetrasirćetna kiselina
EHEC	etilhidroksietil-celuloza
EP	propilenglikolmonoetil-etar (etoksipropanol)
EPA	propilenglikolmonoetil-etar-acetat
EZ	elektronsko zračenje
HDDA	1,6-heksandioldiakrilat
IDA	izodecil-akrilat
IR zračenje	infracrveno zračenje
KMC	natrijum-karboksimetil-celuloza
MP	propilenglikolmonometil-etar (metoksipropanol)
MPA	propilenglikolmonometil-etar-acetat
NC	nitrat celuloze
NPGDA	neopentilglikoldiakrilat
PAM	površinski aktivne materije
PE	poli(eten)
PEEA	fenoksietil-akrilat
PEGDA(n)	polietilen-glikoldiakrilat
PETA	pentaeritroltriakrilat
PMTA	fosfovolframmolibdenska so
PTFE	poli(tetrafluoroeten)
PVA	poli(vinil-alkohol)
PVB	poli(vinil-butiral)
PVC	poli(vinil-hlorid)
PVdC	poli(viniledenhlorid)
SBK	stiren-butadienski kaučuk
TBC	tributil-citrat
TEC	trietil-citrat
TEGDA	trietilen-glikoldiakrilat
TMPTA	trimetilolpropantriakrilat
TPGDA	tripropilen-glikoldiakrilat
UV svetlost	ultraljubičasta svetlost

1. Uvod u grafičke boje

1.1. Istorija grafičkih boja

O istoriji grafičkih boja se veoma malo zna zbog dva razloga:

1. zbog sporog razvoja grafičkih boja što je uzrokovalo da prođe puno vremena između dva poboljšanja (ponekad i po nekoliko vekova) i
2. zbog toga što je većina štampara krila formulacije svojih grafičkih boja.

Prve grafičke boje razvijene su oko 2500 g. p.n.e. u Kini i Egiptu. Prvi pigment je bio crni pigment dobijen sagorevanjem ulja (čad plamene lampe). Tako dobijena čad se mešala sa vodom i ekstraktom dobijenim iz biljaka (želatinozni lepak) pri čemu se stvarala suspenzija. Trajnost takvih grafičkih boja je velika pa se one mogu videti i danas, najviše zahvaljujući otpornosti čadi na svetlost i vlagu.

U trećem veku naše ere u Kini je od insekata dobijena crvenkasta boja koja se koristila za štampu sa drvenih blokova.

U četvrtom i petom veku naše ere u Kini je korišćena prečišćena čad plamene lampe, voda i različiti ekstrakti dobijeni iz biljaka da bi se dobila grafička boja. Čad je dobijana sagorevanjem ulja i nastala čad se hvatala na poklopcu oblika levka, skidala na papir i mešala sa ekstraktima da bi se dobila pasta. Dobijena pasta se koristila za štampu pomoću drvenih blokova. Ulja koja su korišćena verovatno su dobijana iz pirinčane slame, borovine ili zrna pasulja. Ova ulja su kasnije zamenjena tungovim uljem. Ponekad je pravljen kreon u obliku štapića za pisanje, izlivanjem paste u kalupe. Ovaj tip grafičkih boja korišćen je na Istoku sledećih 1000 godina. Pošto je preko Indije ova grafička boja stigla u Evropu, nazvali su je indijskom (*eng. Indian ink*).

Sredinom 11. veka u Arabiji se za izradu grafičkih boja koriste soli gvožđa galne kiseline. Ova jedinjenja dobijana su iz šišarki ekstrakcijom.

Pošto u Evropi 14. veka indijska grafička boja nije bila pogodna za štampu pomoću metalnih ploča, evropski štampari su je modifikovali korišćenjem lanenog ulja.

U 15. veku Gutenberg (Gutenberg) je kuvao laneno ulje i prirodnu smolu pre dodavanja pigmenta. Kao rezultat dobijena je grafička boja nerastvorna u vodi koja se bolje vezuje za podlogu na koju se štampa. Gutenbergova formula koja uključuje kuvanje smole i lanenog ulja dala je prvi put firmis. Ova formula je prototip modernih grafičkih boja, i nije menjana značajnije sledećih 300 godina.

U 18. veku u Engleskoj je patentno zaštićen postupak dobijanja obojenih grafičkih boja. Do polovine 18. veka štampari su sami pravili svoje grafičke boje, kada je došlo do ubrzanog razvoja grafičkih boja. Prve fabrike za proizvodnju grafičkih boja otvorene su u Americi i Evropi polovinom 18. veka. Neke su radile do polovine 20. veka. Posle 1820. godine, umesto čadi plamene lampe, iz ekonomskih razloga, prešlo se na crni pigment dobijen iz prirodnog gasa (gasna čad).

Vilijam Perkin (William Perkin) je 1856. godine slučajno sintetisao prvu sintetsku boju. Sa ocem je osnovao fabriku za njenu proizvodnju. Uskoro je proizvodio veći broj različitih sintetskih boja. To je praktično početak industrije sintetskih boja.

Krajem 19. veka uvedeni su sušioc i na bazi olova, mangana i kobalta. Kobaltni sušioc korišćeni su u tipu i ofset štampi gde su se grafičke boje sušile oksidacionom polimerizacijom.

Dvadeseti vek je doveo do daljeg razvoja grafičkih boja upotrebom sintetskih pigmenta i smola. Posebno važan period čini 70 poslednjih godina 20. veka, kada je došlo do razvoja novih grafičkih boja usled razvoja samog štamparstva (nova oprema, novi postupci, nove podloge).

Do 1930. godine štampanje je vršeno pastoznim grafičkim bojama koje su se sporo sušile (6-12 sati oksidacijom). Tada su uvedene grafičke boje (*eng. heatset inks*) koje su se sušile kombinacijom isparavanja na povišenoj temperaturi i penetracije. Sadržale su 50 % isparljivih naftnih destilata, a umesto sušivih ulja korišćene su fenol-formaldehidne smole koje su stvarale čvrst film osušene grafičke boje.

eng. picking – čupanje vlaknaca hartije usled velike lepljivosti grafičke boje

Oko 1932. godine počela je upotreba titan(IV)-oksida koji je ubrzo postao najpopularniji i najkvalitetniji beli pigment u proizvodnji grafičkih boja.

Tokom četrdesetih godina 20. veka upotrebljene su nove grafičke boje i sistemi za sušenje zasnovani na korišćenju vrelе vodene pare (*eng. moisterset inks*). Ove grafičke boje su se nanosile i sušile tako što su apsorbovale vlagu iz vodene pare. Smola rastvorna u glikolu se taloži u dodiru sa vodom i vezuje pigment za podlogu.

Pedesetih godina uvedena je *web offset* štampa i veće brzine štampe koje su zahtevale sušenje u sekundi, isparavanjem i penetracijom. Korišćeni su slični rastvarači kao i pre, uz nove sintetske smole i ove grafičke boje su bile manje lepljive da bi se izbeglo oštećenje odštampane površine tzv. *picking*.

Početakom šezdesetih godina pronađene su grafičke boje koje se suše pod dejstvom ultraljubičaste svetlosti (UV) i grafičke boje koje se suše pod dejstvom elektronskog zračenja (EZ). Zbog stabilnosti (suše se samo zračenjem, ali trenutno) mogu da ostanu dugo na štamparskoj mašini. Zbog upotrebe reaktivnih monomera i drugih jedinjenja potrebna je odgovarajuća zaštita.

Osamdesete su dovele do razvoja ofset štamparskih mašina velikih brzina (10 m/s) koje su zahtevale grafičke boje još manje lepljivosti i izmenjene reologije da bi se izbeglo oštećenje površine papira. Upotrebljene su nove smole i novi sušioči (sušenje od 1 sekunde).

Devedesete su još više ubrzale ofset štampu (15 m/s) što je zahtevalo još veću kontrolu sušenja. Kod UV grafičkih boja i grafičkih boja za EZ došlo je do smanjenja ili eliminacije monomera da bi se smanjio miris kao i iritacija kože i očiju radnika. Povećana je kontrola reologije grafičkih boja.

U ovom veku se očekuje upotreba bezvodne ofset štampe što će zahtevati nove grafičke boje kao i upotrebu grafičkih boja koje se nanose na hladno (*eng. coldset inks*). Kod duboke štampe očekuje se sve veća upotreba vodenih grafičkih boja da bi se uklonili organski rastvarači ili bar smanjio njihov sadržaj. Upotreba vodenih grafičkih boja će porasti i kod flekso štampe kao i upotreba UV flekso grafičkih boja. Kod sito štampe UV grafičke boje će sve više biti zastupljene. Kod digitalne štampe, elektrografska štampa grafičkim bojama na bazi tečnih i praškastih tonera će biti prisutna. Vodene ink džet grafičke boje na bazi boja i pigmenta će takođe sve više biti zastupljene na tržištu.

1.2. Grafičke boje

1.2.1. Osnovna svojstva grafičkih boja

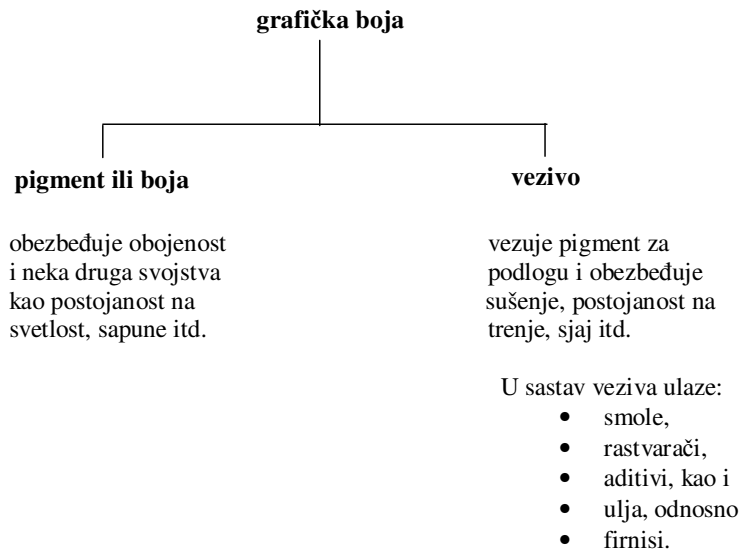
Grafičke boje su obojene materije, u obliku tečnosti ili paste, koje se pomoću štamparskih mašina nanose na različite podloge. Kao podloge (supstrati) pri štampanju koriste se papir, polimerne materije, metal, staklo, tekstil, guma i drvo. Podela grafičkih boja je izvršena prema specifičnosti štamparskog postupka koji se primenjuje za njeno nanošenje. Na taj način postoje grafičke boje za:

- ofset štampu,
- duboku štampu,
- tipo štampu,
- flekso štampu, i
- sito štampu.

Debljina sloja grafičke boje na otisku kreće se od 2 do 30 μm u zavisnosti od vrste štampe. Grafičke boje se sastoje iz dve osnovne komponente:

- obojene supstance, pigmenta ili boje, i
- veziva, tečnosti u kojoj je obojena supstanca suspendovana ili rastvorena (slika 1.1.).

Kada se ove dve komponente pomešaju nastaje proizvod koji se može koristiti u štamparstvu. Osim što se u vezivu disperguju ili rastvaraju obojene supstance, vezivo treba da obezbedi i čvrsto vezivanje obojene supstance za podlogu.



Slika 1.1. Formulacija grafičkih boja

Mada je osnovna uloga grafičke boje da prenese poruku ili sliku, grafička boja je bezvredna ako se ne nanese ili ne veže na zadovoljavajući način za podlogu posle štampanja. Grafička boja mora da ispuni veći broj zahteva u pogledu

1. vizuelnih svojstava,
2. podesnosti za određenu vrste štampe,
3. sušenja pod određenim uslovima,
4. veživanja za određeni materijal i
5. postojanosti.

1.2.2. Vizuelna svojstva grafičkih boja

Vizuelna svojstva grafičkih boja definišu se:

- obojenošću grafičke boje,
- transparentijom ili opacitetom i
- sjajem,

i uglavnom su određene količinom i prirodom obojene supstance (pigmenta ili boje) koja se koristi.

1.2.2.1. Obojenost grafičke boje

Obojenost je složen pojam i objašnjava se na tri međusobno povezana načina. Prvo, obojenost ili ton obojene supstance ukazuje na to da li je ona crvena, plava, žuta. Drugo, jačina obojenosti (ili tinktorijalna jačina, *eng. tinctorial strenght*) je mera inteziteta ili zasićenosti grafičke boje. Treće svojstvo je čistoća koja ukazuje na to koliko je svetla ili tamna grafička boja.

Mnogi faktori utiču na ove parametre. Jasno je da hemijska struktura obojene supstance ima odlučujući uticaj na njenu obojenost, ali takođe i veličina čestice, svojstva površine i količina obojene supstance koja će se naći u posmatranom filmu grafičke boje. Uopšte, što je veća koncentracija određene obojene supstance, veća će biti jačina obojenosti.

Vrsta smole, ulja ili rastvarača koja se upotrebi za dobijanje grafičke boje može uticati na obojenost ili čistoću određene obojene supstance. Razlog može biti obojenost samog veziva ili obojenost koja nastaje pri dispergovanju iste obojene supstance u različitim vezivima. Neki aditivi koji se koriste za poboljšanje disperzije mogu uticati na obojenost ili jačinu obojenosti.

Izbor veziva grafičke boje je veoma važan jer može uticati na jačinu obojenosti grafičke boje. Grafička boja mora biti sposobna da drži čestice obojene supstance u dispergovanom stanju jer se u protivnom može desiti da se one istalože i da dođe do gubitka jačine obojenosti. Takođe, svako vezivo grafičke boje koje prodire kroz podlogu će povući nešto pigmenta sa sobom, smanjujući jačinu obojenosti grafičke boje.

Slično, rastvarači koji se sporo suše mogu povećati prodornost u upojni materijal sa istim rezultatom. Uopšte, veća količina smole u vezivu i rastvarači koji se brže suše daju bolje rezultate povećavajući jačinu obojenosti grafičke boje.

1.2.2.2. **Transparencija i opacitet grafičke boje**

neprovodnost (opacitet) se odnosi na svojstva nekog materijala u pogledu nepropuštanja svetlosti

Da bi se postigao željeni izgled otiska, grafičke boje treba da imaju promenljive stepene opaciteta i transparencije. Jedan od glavnih uticaja na transparentnost grafičke boje je izbor obojene supstance i stepen njenog dispergovanja.

materijal je proziran (transparentan) kada propušta svetlost

Različite obojene supstance se različito ponašaju prema dejstvu svetlosti. Obojene supstance sa većim opacitetom, odnosno manjom providnošću, imaju veću sklonost ka reflektovanju i refrakciji svetlosti, i na to utiče veličina čestica i indeks refrakcije.

indeks refrakcije pigmentata ili boje je merilo sposobnosti supstance da menja pravac kretanja svetlosti

Tako, veliki indeks refrakcije (prelamanja) i veličina čestice titan(IV)-oksida obezbeđuju da on efikasno reflektuje, refraktuje odnosno skreće svetlost svih vidljivih talasnih dužina i predstavlja jedan od pigmentata sa najvećim opacitetom koji se koriste. Boje, sa druge strane, imaju relativno mali indeks refrakcije i malu veličinu čestica i daju jako transparentne filmove grafičkih boja.

Vezivo grafičke boje može uticati na opacitet grafičke boje u zavisnosti od svojih sposobnosti ka dispergovanju pigmenta i u nekim slučajevima u zavisnosti od svojeg indeksa refrakcije koji utiče na količinu i stepen skretanja svetlosti. Njegova interakcija sa podlogom može takođe uticati na transparentnost i opacitet filma grafičke boje.

1.2.2.3. **Sjaj grafičke boje**

Sjaj je optičko svojstvo površine podloge koje ukazuje koliko svetlosti se reflektuje od površine pod uglom jednakim upadnom uglu. Sjaj zavisi u velikoj meri od toga da li grafička boja gradi gladak film na površini podloge. Pri ulasku grafičke boje u podlogu grafička boja gubi sjaj. Stepensjaja zavisi od

- prirode obojene supstance,
- veličine njene čestice,
- oblika i svojstava površine čestice,
- količine smole i njene sposobnosti da gradi kontinualni film.

viskoznost je unutrašnji otpor koji se protivi uzajamnom pomeranju susjednih slojeva u tečnosti i njenom proticanju

Uopšte, što je veći odnos smola: obojena supstanca, sjaj će biti veći. Takođe, deblji filmovi grafičke boje će dati gladak film čak i na podlozi manje glatkoće.

Za kontrolu sjaja važan je i izbor rastvarača pošto može uticati na disperziju pigmenta, procenat smole u grafičkoj boji, kao i na viskoznost i tečljivost grafičke boje. Pažljiva kontrola sušenja može obezbediti optimalan sjaj jer pri brzom isparavanju rastvarača opada tečljivost i dolazi do gubitka sjaja. Alternativno, presporo sušenje na upojnom materijalu može dovesti do prevelikog prodora grafičke boje u podlogu uz gubitak sjaja.

plastifikatori su aditivi koji obezbeđuju fleksibilnost filmu grafičke boje

Aditivi kao što su plastifikatori mogu često poboljšati sjaj poboljšanjem tečljivosti grafičke boje pri čemu se dobija glatkiji film. Voskovi koji se široko koriste u grafičkim bojama, imaju težnju ka smanjenju sjaja zato što se kreću ka površini filma grafičke boje stvarajući film manje glatkoće tako da otisak dobija mat izgled.

1.2.3. **Uslovljenost formulacije i svojstava grafičke boje svojstvima tehnološkog postupka štampanja**

Formulacija grafičke boje i njen fizički izgled određeni su umnogome načinom na koji se prenosi slika sa grafičke forme grafičkom bojom na podlogu na koju se štampa.

1.2.3.1. **Grafičke boje za flekso i duboku štampu**

Grafičke boje koje se koriste u flekso i dubokoj štampi odlikuju se niskom viskoznošću. Uopšte se definišu kao tečne grafičke boje.

Niska viskoznost grafičkih boja za duboku štampu dozvoljava da se čelije na cilindru forme brzo pune. Slična fluidnost je potrebna i za flekso postupak. Oba postupka štampanja realizuju se na veoma brzim mašinama tako da je trajanje jednog ciklusa štampanja veoma kratko. Zbog toga se koriste veoma isparljivi rastvarači koji omogućavaju brzo sušenje grafičke boje.

Tečne grafičke boje se nanose na veliki broj podloga od upojnih, pri čemu se suše apsorpcijom i isparavanjem, do neupojnih gde se suše isparavanjem.

1.2.3.2. Grafičke boje za ofset i tipo štampu

U poređenju sa tečnom prirodom grafičkih boja za flekso i duboku štampu, grafičke boje za ofset i tipo su viskoznije i liče na paste. Priroda ovih grafičkih boja je određena uglavnom načinom na koji se štamparska forma boji i kako se posle grafička boja prenosi na podlogu. Oba postupka koriste seriju valjaka za prenos grafičke boje koji određuju veoma tanak, precizan, uniforman film viskozne grafičke boje da bi se dobila karakteristična visoka definicija slike. Zbog potrebnog vremena i velike površine filma grafičke boje na valjcima, ofset i tipo grafičke boje se moraju tako formulisati da sadrže rastvarače male isparljivosti kao i da ne isparavaju u toku dugotrajnog prenosa grafičke boje preko valjaka.

1.2.3.3. Grafičke boje za sito štampu

U sito štampi grafička boja se potiskuje kroz otvore na mrežici od sintetskog materijala razvučenog preko rama. Grafička boja se potiskuje kroz otvore na podlogu i pri tome mora ostati tečna na otvorima pre štampanja, da prođe kroz otvore bez lepljenja za podlogu, da stvori kontinualan film i da se naglo suši kada se nanese na podlogu. Grafičke boje koje se ovde koriste imaju sličnu konzistenciju sredstvima za bojenje za kućnu upotrebu. Po viskoznosti su između grafičkih boja za flekso i duboku štampu i grafičkih boja za ofset štampu.

Grafičke boje za sito štampu se mogu formulisati tako da se suše na različite načine u zavisnosti od podloge. Najčešće se koristi isparavanje.

1.2.4. Načini sušenja

Grafičke boje se isporučuju u obliku tečnosti, a posle upotrebe treba da budu čvrste. Postoji više načina da se tečna grafička boja prevede u čvrst oblik. Ova promena se opisuje kao sušenje grafičke boje i ono može biti

- fizičko,
- hemijsko ili
- kombinacija istih.

Radi ilustracije opisaćemo ukratko neke postupke sušenja. Detaljan opis sušenja dat je kasnije.

1.2.4.1. Sušenje apsorpcijom

Grafička boja se suši apsorpcijom kada ulazi kapilarnim dejstvom između vlakana podloge i takođe kada se apsorbuje od strane same podloge. Grafička boja ostaje tečna, ali zbog stepena prodiranja ona izgleda kao osušena.

1.2.4.2. Sušenje oksidacijom

Grafička boja se suši oksidacijom kada kiseonik iz atmosfere hemijski reaguje sa vezivom prevodeći grafičku boju iz tečnog stanja u čvrsto. Sušenje zavisi od upotrebljenog sistema koji zavisi od katalitički indukovane autooksidacije. Proces je relativno spor, traje nekoliko sati i film grafičke boje ostaje lepljiv dugo. Da bi se ovo prevazišlo na upojnim podlogama, razvijena je brza tehnika koja kombinuje sušenje apsorpcijom i oksidacijom. Grafička boja sadrži tečnu komponentu koja se može odvojiti od ostatka grafičke boje i biti apsorbovana od strane podloge stvarajući film grafičke boje na površini koji je dovoljno suv da se dodirne, ali je i dalje mek i pokretan. Kako autoksidacija teče, film grafičke boje postaje čvrst i jak.

Na oksidacioni proces može uticati veći broj faktora, uključujući pigmente i aditive, kao i postupak štampe i podloga.

1.2.4.3. Sušenje isparavanjem

Veliki broj grafičkih boja se formuliše tako da se suše fizičkim uklanjanjem isparljivih rastvarača ostavljajući smolu da veže pigment za podlogu. Brzina sušenja zavisi od brzine isparavanja rastvarača koji je izabran i od afiniteta smole prema rastvaraču.

Uopšte, što je veći afinitet smole prema rastvaraču manja je brzina isparavanja. Ovo može veoma uticati na svojstva grafičke boje posebno na sposobnost za štampanje, brzinu sušenja i zadržavanje rastvarača u filmu grafičke boje.

1.2.4.4. Hemijsko sušenje

Sušenje oksidacijom je već objašnjeno, ali postoje i druge hemijske reakcije koje se koriste za prevođenje tečnosti u čvrsto stanje. Neki sistemi obuhvataju jedinjenja sposobna da polimerizuju što zahteva prisustvo katalizatora, a ponekad i zagrevanje, da bi došlo do polimerizacije. Drugi sistemi se zasnivaju na reakcijama najmanje dva različita hemijska tipa jedinjenja koja kada se pomešaju dovode do stvaranja čvrstog stanja koje vezuje obojenu supstancu za podlogu. Svaki od sistema zahteva posebne uslove pod kojima se reakcija odvija. Ove grafičke boje mogu biti takve da se dobijaju mešanjem komponenti pre upotrebe, i tada imaju kratak rok upotrebe. Postoje i sistemi koji su stabilni pod normalnim uslovima, dok pri upotrebi, dolazi do hemijske reakcije i do prevođenja tečnosti u čvrsto stanje.

1.2.4.5. Sušenje inicirano zračenjem

Postoji nekoliko oblika zračenja koji se koriste: UV, infracrveno (IR), elektronsko zračenje, mikrotalasno i radiotalasno zračenje. Svaki način određuje hemijski sastav veziva grafičke boje i prirodu grafičke boje.

UV sušenje uključuje proces poznat kao fotopolimerizacija. UV grafičke boje sadrže fotoinicijatore koji apsorbuju UV zračenje i tako stvaraju veoma aktivna hemijska jedinjenja poznata kao slobodni radikali. Ovi slobodni radikali započinju lančanu reakciju sa vezivom grafičke boje, koje brzo polimerizuje i prelazi iz tečnosti u osušeni film grafičke boje. Koristi se kod ofset štampe kartona da bi se izbeglo produženo sušenje pri autooksidacionim procesima.

Kratko i srednjetalasno IR zračenje se koriste kao način za efikasno razvijanje toplote i za isparavanje rastvarača. Može se koristiti u ofset štampi radi olakšavanja prodora grafičke boje i ubrzanja autooksidacije kod konvencionalnih brzih grafičkih boja.

Elektronsko zračenje je slično UV zračenju, zato što se koristi zrak visoke energije elektrona da se stvore slobodni radikali da bi došlo do brze polimerizacije veziva grafičke boje. Grafičke boje koje se suše na ovaj način su veoma slične grafičkim bojama zasnovanim na UV zračenju, s tim što ne sadrže fotoinicijator.

Mikrotalasno i radiotalasno zračenje se koriste za sušenje grafičkih boja koje sadrže visok sadržaj veoma polarnih molekula kao što je voda. Zračenje se apsorbuje od strane polarnih molekula i grafička boja se zagreva veoma brzo. Voda isparava i dobija se čvrst film grafičke boje.

1.2.5. Adhezionna priroda grafičkih boja

Jedna od osnovnih funkcija grafičke boje je da vezuje obojenu supstancu za podlogu na koji se nanosi, i drži tamo za vreme upotrebe štampanog proizvoda.

Obojena supstanca ima mali ili skoro nikakav uticaj na adhezionu prirodu grafičke boje mada ako nije dobro vezana za vezivo zbog npr. loše disperzije, grafička boja neće imati dobra adhezionna svojstva.

Adhezionna svojstva grafičke boje u velikoj meri određuje tip smole. Kod upojnih podloga, stepen prodiranja grafičke boje može uticati na adheziju grafičke boje. Pigmenti se ne apsorbuju i ako previše smole prodre u podlogu, pigment može ostati nevezan. Pri ovim uslovima pigment se može izdvojiti u obliku praha. Kod neupojnih podloga, adhezija je kontrolisana, u osnovi, sposobnošću smole da gradi film i molekulskim afinitetom prema podlozi. Izbor smole za određenu podlogu je zato veoma važan. Pravilan izbor rastvarača može uticati na adheziju. Neki rastvarači se mogu koristiti u cilju omekšavanja površine podloge čime se omogućava grafičkoj boji da se bolje veže za podlogu.

Na adhezionna svojstva može se takođe uticati koristeći i hemijske aditive. Takvi materijali modifikuju površinu podloge bilo kroz hemijsku reakciju ili fizičku interakciju.

1.2.6. Postojanost grafičkih boja

Sve grafičke boje moraju da izdrže određene oblike hemijskih i fizičkih dejstava za vreme svog „životnog” doba. Prvo, polazni materijali moraju da izdrže proces proizvodnje grafičke boje. Posle dobijanja, grafičke boje moraju izdržati postupak štampe.

Posle štampanja, grafička boja mora izdržati sečenje, savijanje, lepljenje i spajanje pre nego što materijal bude gotov za upotrebu. Film grafičke boje može biti podvrgnut drugim uticajima kao što su toplo spajanje, lakiranje ili plastifikacija. Film mora izdržati i uslove skladištenja. Zbog toga grafička boja mora izdržati specifična hemijska i fizička dejstva.

1.2.6.1. Postojanost na svetlost

Postojanost na svetlost grafičke boje zavisi, pre svega, od postojanosti upotrebene obojene supstance (pigmenta, boje) na fotodegradaciju. Promena obojenosti otiska biće izraženija što je postojanost obojene supstance na fotodegradaciju slabija, a izloženost dejstvu svetlosti veća. Stepent postojanosti na svetlost zavisiće od izlaganja, primene i dužine očekivanog trajanja grafičke boje. Dejstvo svetlosti može oslabiti obojenost i/ili izmeniti nijansu grafičke boje. Na višebojnom otisku promena obojenosti pojedinih pigmenata pod dejstvom svetlosti najčešće nije ista, pa otisak pod dejstvom svetlosti menja obojenost. Na primer, ukoliko je magenta pigment najmanje postojan na dejstvo svetlosti, ceo otisak će postati plavičasto-zelenkast.

Obojene supstance se mogu podeliti prema postojanosti na svetlost u grupe, i pre upotrebe obojene supstance, treba proveriti njenu postojanost na svetlost. Nekoliko pigmenata, uključujući čađ, ultramarin i neke okside gvožđa, mogu se smatrati permanentnim, ali su ostali u nekoj meri osetljivi na svetlost. Uopšte, postojanost na svetlost pigmenta se smanjuje sa stepenom razblaženja od strane drugih pigmenata, posebno belih. Grafičke boje sa velikom koncentracijom pigmenta imaju bolju postojanost na svetlost. Pigmenti pastelnih tonova nisu tako postojani.

Postojanost na svetlost obojene supstance će varirati u zavisnosti od tipa smole u kojoj je dispergovana. Količina smole koja se koristi takođe ima uticaj. Uopšte veća količina vezivnog materijala daje bolju postojanost na svetlost. Zato sito štampa daje najpostojanije otiske jer je udeo smole u grafičkoj boji velik u odnosu na obojenu supstancu.

1.2.6.2. Postojanost na toplotu

Odštampani materijali nekada moraju da izdrže dejstvo toplote pri obradi ili primeni. Za postojanost grafičke boje na toplotu bitni su izbor smole i pigmenta. Pigmenti se razlikuju na osnovu svoje postojanosti na toplotu. Toplota može promeniti obojenost grafičke boje, izazvati gubitak jačine i promeniti nijansu. Pigmenti se moraju izabrati tako da izdrže temperature za vreme proizvodnje i upotrebe štampanih materijala.

1.2.6.3. Postojanost na abraziju

Štampani materijali su podvrgnuti različitim oblicima trenja i abrazije za vreme upotrebe. Sve vrste grafičkih boja su formulisane imajući ovo u vidu.

Stepen do kojeg osušeni film grafičke boje može pružiti otpor silama abrazije zavisi u mnogome od stepena vezivanja pigmenta. Što je više smole prisutno veća je postojanost grafičke boje na abraziju, a čvrstoća i fleksibilnost filma grafičke boje će uticati na to da izdrži abraziju i mehaničko dejstvo. Aditivi kao što su voskovi se puno koriste da povećaju postojanost na trenje grafičke boje (smanjuju koeficijent trenja na površini grafičke boje), i većina grafičkih boja sadrži neku vrstu voska.

abrazija nastaje kada se hrapava površina tvrdog materijala kreće preko površine mekšeg materijala

1.2.6.4. Postojanost na uticaj upakovanog proizvoda

Grafičke boje se koriste za štampanje ambalaže i pri tome treba da dođu u kontakt sa upakovanim supstancama.

Obojene supstance imaju različitu postojanost na kiseline, baze, ulja, masti, deterđente i druge supstance, i zbog toga se moraju izabrati imajući na umu primenu grafičke boje. Smole, takođe, imaju različita svojstva u pogledu postojanosti i moraju se izabrati u skladu sa obojenom supstancom.

Za pakovanje hrane, sastojci grafičkih boja se moraju izabrati tako da se izbegnu problemi vezani sa mirisom i drugim kontaminacijama.

1.2.6.5. Atmosferski uticaji

Grafička boja mora izdržati fizička i hemijska dejstva kada je izložena atmosferskim uticajima. Pigmenti moraju biti izabrani tako da poseduju postojanost na dejstvo okoline i u slučaju posebnih hemijskih dejstava iz okoline, pigment treba izabrati tako da je na to dejstvo postojan. Odgovarajuće grafičke boje se dobijaju pažljivim izborom pigmenta i veziva.

1.3. Vrste štampe

Četiri osnovna postupka štampe u grafičkoj industriji su:

- visoka štampa,
- duboka štampa,
- ravna štampa i
- sito štampa.

1.3.1. Visoka štampa

Osnovno svojstvo visoke štampe jeste izdignuta površina štampanih elementa na štamparskoj formi. Ovaj postupak štampe je najstariji postupak i danas se razvio u dva osnovna pravca:

- tipo i
- flekso štampu.

Osnovno svojstvo tipo štampe je upotreba krutih štamparskih formi koje su ranije pravljene od štamparske legure, a danas od očvrsele fotopolimerne kompozicije. Kod flekso štampe koriste se fleksibilne štamparske forme, a grafičke boje su manje viskozne nego tipo grafičke boje.

1.3.1.1. Tipo štampa

Mašine koje se koriste u tipo štampi mogu biti

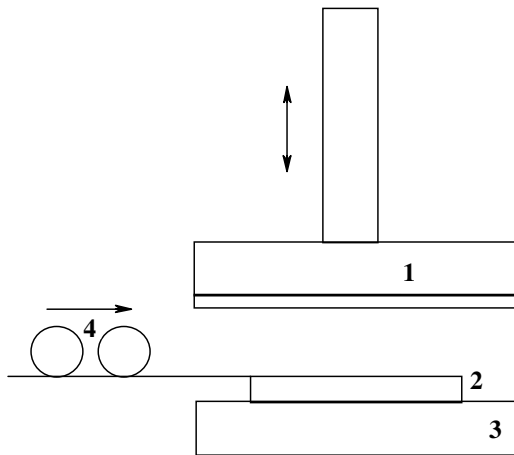
- zaklopne,
- cilindarske ili
- rotacione.

1.3.1.1.1. Zaklopne mašine

Zaklopne mašine se sastoje iz tri celine:

- sistema za grafičku boju,
- sistema za transport papira i
- sistema za ostvarivanje pritiska.

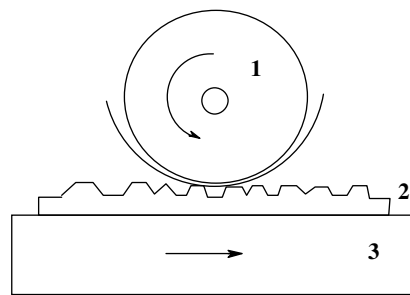
Zaklopna mašina radi tako da su ovi sistemi sinhronizovani. Na slici 1.2. prikazana je šema zaklopne mašine.



*Slika 1.2. Šema zaklopne mašine:
1-zaklopna ploča,
2-štamparska forma,
3-osnovna ploča i
4-valjci premazivači*

1.3.1.1.2. Cilindarske mašine

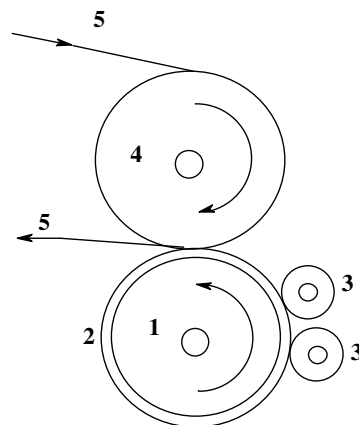
Kod ovih štamparskih mašina pritisak se ostvaruje između cilindarske i ravne površine. Štamparski cilindar nosi pokrivku i štamparski tabak kao što je dato na slici 1.3. Na osnovnoj ploči se nalazi štamparska forma, a sama osnovna ploča je postavljena na pokretni sto koji prolazi ispod obrtnog cilindra.



*Slika 1.3. Šema štamparskog sistema cilindarskih mašina:
1-štamparski cilindar (sa tabakom),
2-štamparska forma i
3-osnovna ploča.*

1.3.1.1.3. Rotacione mašine

Rotacione mašine za tipo štampu se koriste za štampu iz tabaka i iz rolne dok se zaklopne i cilindarske mašine koriste isključivo za štampu iz tabaka. Štamparski sistem se sastoji iz cilindra forme i štamparskog cilindra (slika 1.4.). Štamparski cilindar tokom štampe nosi tabak ili traku papira. Na cilindar forme postavlja se cilindrična štamparska forma, na koju grafičku boju nanose valjci iz sistema za grafičku boju.



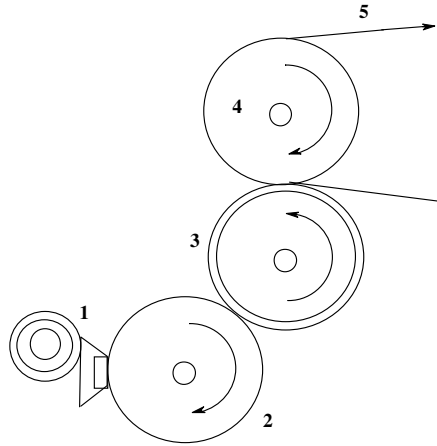
Slika 1.4. Šema štamparskog sistema rotacionih mašina za tipo štampu: 1- cilindar forme, 2-štamparska forma, 3-valjci za nanošenje grafičke boje, 4-štamparski cilindar, 5-tabak ili traka papira

1.3.1.2. Flekso štampa

Kod flekso štampe koriste se isključivo rotacione mašine. Prema nameni, ove mašine se dele u više grupa: mašine za višebojnu štampu npr. novina koje se štampaju iz rolne, mašine za štampanje talas kartona za izradu kutija koje se štampaju iz tabaka, mašine za štampanje etiketa, mašine za štampanje omotnog papira i mašine za štampanje folija.

Radi ilustracije flekso štampe, na slici 1.5. prikazan je izgled štamparskog sistema za rotacionu flekso štampu za štampanje novina. Iz natoka sa nožem grafička boja se direktno pod pritiskom naliva na rastrirani valjak i ispunjava rasterske ćelije. Rastrirani valjak prenosi grafičku boju na štampajuće elemente cilindra forme. Štamparski cilindar obezbeđuje potreban pritisak štampanja da bi se grafička boja sa štamparske forme prenela na traku materijala koji se štampa.

Slika 1.5. Šema štamparskog sistema za rotacionu flekso štampu: 1-nož, 2-rastrirani (anilox) valjak, 3- cilindar forme, 4-štamparski cilindar, 5-podloga



1.3.2. Ravna štampa

Pod postupkom ravne štampe podrazumevaju se postupci štampanja sa štamparskih formi kod kojih se štampajući i neštampajući elementi nalaze praktično na istom nivou. Ravna štampa se može dalje podeliti na

- litografiju (postupak direktne ravne štampe-za reprodukciju umetničkih dela) i
- ofset štampu - postupak indirektno ravne štampe, koji je najšire primenjen u grafičkoj industriji.

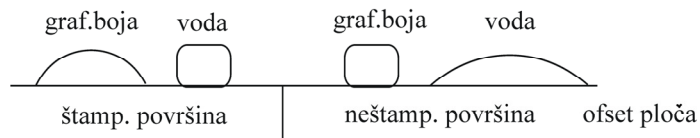
1.3.2.1. Ofset štampa

Pod pojmom ofset štampe podrazumeva se postupak indirektno štampe kod koje se između štamparske forme i podloge nalazi posrednik koji preuzima grafičku boju sa štamparske forme i predaje je podlozi.

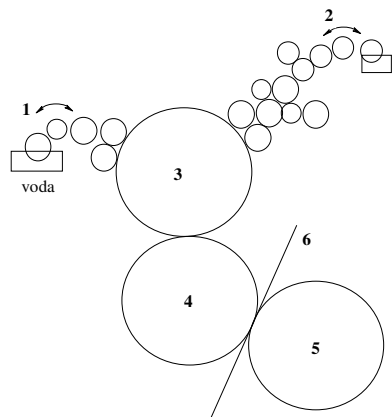
Postoje postupci ravne, visoke (*eng. letterset*) i duboke (tampon-štampa) indirektno štampe. Kako je postupak ravne ofset štampe najrasprostanjeniji podrazumeva se da se pojam ofset štampe odnosi na ovaj postupak.

Ofset štampa je postupak štampe koji se zasniva na hemijskoj razlici između površina (slika 1.6.). Skoro sve vrste ofset ploče zahtevaju primenu vodenog rastvora za aktivaciju i održavanje razlike između površine koja prihvata grafičku boju i površine koja odbija grafičku boju.

Slika 1.6. Svojstva površine ofset ploče



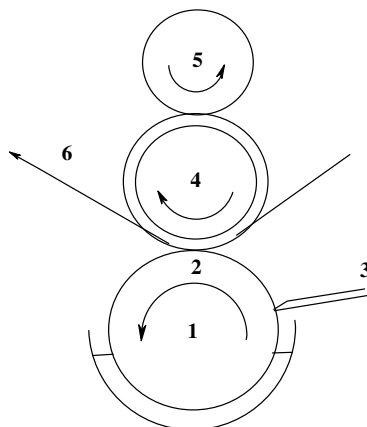
Mašine za ofset štampu konstruišu se kao rotacione i to za štampu iz tabaka ili rolni.



Slika 1.7. Šema ofset štampe: 1-sistem za kvašenje, 2-sistem za prenos grafičke boje, 3-cilindar forme, 4-ofset cilindar, 5-štamparski cilindar, 6-podloga koja se štampa

1.3.3. Duboka štampa

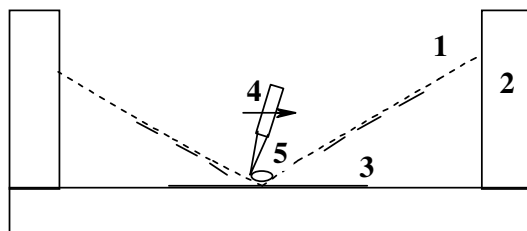
Duboka štampa (*eng. gravure*) je dobila naziv po karakterističnim udubljenim štampajućim elementima na štamparskoj formi, koji se nalaze ispod nivoa neštampajućih elemenata. Sistem za duboku štampu je prikazan na slici 1.8. Grafička boja ispunjava ćelije cilindra forme, a višak boje se skida rakelom, tako da do zone kontakta sa štamparskim cilindrom dolazi samo boja u ćelijama. Podloga se vodi između štamparskog cilindra i cilindra forme. Kod mašina za štampanje većih širina neophodan je dopunski valjak za ujednačavanje pritiska po celoj širini trake.



Slika 1.8. Sistem za duboku štampu: 1-valjak uronjen u grafičku boju, 2-kontakt podloge sa štamparskom formom, 3-rakel, 4-valjak sa gumom, 5-dopunski potisni valjak, 6-podloga

1.3.4. Sito štampa

Sito štampa se odlikuje štamparskom formom koja je propusna. Štamparska forma se sastoji od tkanine (mrežice) zategnute preko okvira, na kojoj su neki otvori zatvoreni za prolaz boje, a neki ne. Grafička boja se potiskuje kroz otvore na podlogu pomoću gumenog noža (rakela). Bez obzira da li se radi ručno ili automatski, princip je isti.



Slika 1.9. Šema sito štampe: 1- sito sa „šablonom”, 2-ram, 3-podloga, 4-potiskivač grafičke boje, rakel (nož), 5-grafička boja

2. Obojenost boja i pigmentata

2.1. Definisane boje i pigmentata

Boje i pigmenti su obojene supstance koje se odlikuju sposobnošću da apsorbiraju vidljivu svetlost (400-700 nm). Uloga boja u životu savremenog čoveka je velika, a primena boja kao jedinjenja koja mogu da oboje razne predmete poznata je već iz davnina. Tada su primenjivani razni prirodni proizvodi za bojenje odeće, kuća, posuđa i drugih predmeta. Boje su se najčešće dobijale iz biljnih sirovina, ali su se upotrebljavale i razne obojene gline, oksidi raznih metala i drugi proizvodi. Tek 1856. godine. Perkin je dobio u laboratoriji prvu sintetsku boju, *movein*, i od tada je počelo da se razvija industrijsko dobijanje sintetskih boja u znatnijim količinama. Pri tome je, osim rada na sintezi novih boja, rađeno i na poboljšavanju njihovog kvaliteta.

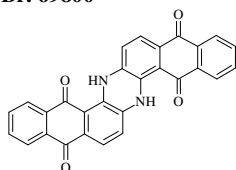
Obojene supstance se mogu podeliti na neorganske i organske, a one na prirodne i sintetske, mada se mnoge obojene supstance prirodnog porekla danas dobijaju sintetskim putem. Najvažnija podela obojenih supstanci je ona koja ih deli na boje i pigmente. Idealni pigmenti se odlikuju time što su nerastvorni u medijumu pomoću kojeg se nanose na neki supstrat, dok se boje potpuno ili delimično rastvaraju u takvom istom medijumu.

Organske obojene supstance se mogu klasifikovati na više načina, na primer, prema hemijskom sastavu, prema načinu upotrebe ili prema načinu oslobađanja apsorbirane energije. Podele prema sastavu i načinu upotrebe se ponekad preklapaju, jer se pojedine obojene supstance određene hemijske strukture mogu upotrebljavati na različite načine.

Indeks boja (Colour Index, CI) predstavlja seriju od nekoliko knjiga (pet knjiga, treće izdanje, 1973.) koje obuhvataju ogroman broj obojenih supstanci (preko 40000) klasifikovanih tako da svaka boja i pigment imaju dva referentna broja, prema primeni (tj. načinu upotrebe) i prema hemijskoj strukturi. Prvi broj se odnosi na primenu i način bojenja i zove se C.I. Generic Name (na primer. C.I. Vat Blue 4 za indantron). Drugi broj se označava kao C.I. Constitution Number (na primer. C.I. 69800 za indantron). Takođe su data i sva komercijalna imena pod kojima se neka boja ili pigment prodaju. Sve komercijalne boje i pigmenti koje imaju istu hemijsku strukturu su dati pod istim C.I. Generic Name. Oni (boje i pigmenti) nisu „identični” jer se razlikuju po kristalnoj strukturi (pigmenti), veličini čestica (pigmenti, disperzne i redukcione boje), aditivima i primesama (sve boje i pigmenti).

U tabeli 2.1. je data podela obojenih supstanci u CI prema hemijskom sastavu, a prema načinu upotrebe obojene supstance se dele prema CI na:

Indantron plavi
CI Pigment plavi 60
Br. 69800



Kisele boje	Boje za kožu
Azoik boje	Močilske boje
Bazne boje	Prirodne boje
Razvijajući	Oksidacione baze
Direktne boje	Pigmenti
Disperzne boje	Reaktivne boje
Fluorescentni osveživači	Metalkompleksne boje (Rastvorne)
Boje za hranu i lekove	Sumporne boje
Lak-boje	Redukcione boje

Tabela 2.1. Obojene supstance poredane na osnovu hemijske strukture

	CI broj
Nitrozo	10000-10299
Nitro	10300-10999
Azo	
Monoazo	11000-19999
Disazo	20000-29999
Trisazo	30000-34999
Poliazo	35000-36999
Azoik	37000-39999
Stilbenske	40000-40799
Karotenoidi	40800-40999
Difenilmetanske	41000-41999
Triarilmetanske	42000-44999
Ksantenske	45000-45999
Akridinske	46000-46999
Hinolinske	47000-47999
Metinske i polimetinske	48000-48999
Tiazolne	49000-49399
Indaminske i indofenolne	49400-49999
Azinske	50000-50999
Oksazinske	51000-51999
Tiazinske	52000-52999
Sumporne	53000-54999
Laktonske	55000-55999
Aminoketonske	56000-56999
Hidroksiketonske	57000-57999
Antrahinonske	58000-72999
Indigoidne	73000-73999
Ftalocijaninske	74000-74999
Prirodne organske obojene materije	75000-75999
Oksidacione baze	76000-76999
Neorganske obojene materije	77000-77999

2.2. Osnovni koncept obojenosti

Pojava obojenosti (boje) je zasnovana na različitim fizičkim, hemijskim, fiziološkim i psihološkim procesima. Čovek vidi deo spektra elektromagnetnog zračenja između 400 i 700 nm (vidljivi deo spektra), mada se boje definišu kao jedinjenja koja imaju sposobnost da intenzivno apsorbuju i transformišu energiju elektromagnetnog zračenja (svetlosnu energiju) ne samo u vidljivom delu spektra, već i ultraljubičastom i infracrvenom delu spektra, i koje se primenjuju za prenošenje ovog svojstva na druga tela.

Prilikom interakcije sa gasovima, tečnostima ili čvrstim supstancama svetlost može biti apsorbovana u celini, delimično ili se uopšte ne apsorbovati. Deo koji se ne apsorbuje može da se odbije od površine tečnosti ili čvrstih jedinjenja ili da prođe kroz gasove, tečnosti ili sjajna čvrsta jedinjenja. Svetlost koja se emituje iz izvora svetlosti, kao i reflektovana ili propuštena svetlost, dolazi do oka i kao rezultat različitih procesa u oku i između oka i mozga dolazi do doživljaja obojenosti.

Ako elektromagnetno zračenje dopre do tela koje reflektuje svu vidljivu svetlost na difuzni način i uz potpunu refleksiju, onda čovekovo oko vidi belu boju. Sa druge strane, ako telo apsorbuje svu svetlost, boja će biti crna. Ako apsorbuje konstantan deo svetlosti u celom opsegu između 400 i 700 nm boja će biti siva. Bela, siva i crna boja su ahromatske boje. One se odlikuju konstantnom apsorpcijom u opsegu između 400 i 700 nm. Nasuprot ahromatskim bojama, tela koja imaju hromatske boje pokazuju jednu ili više traka, tj. apsorpcioni maksimum i minimum u vidljivom delu spektra. Ako se apsorpciona traka nalazi u uskom delu spektra (na primer, 400-435 nm, plavo ljubičasta oblast), taj deo upadne svetlosti će biti apsorbovan. Ostatak spektra će biti reflektovan i telo će biti žute boje, koja je komplementarna (dopunjujuća) plavo-ljubičastoj. Analogno, apsorpcione trake