

DISPERZNI SISTEMI

so sistemi, ki sestojijo iz dveh ali več faz, od katerih je »disperzna faza« fino porazdeljena v drugi fazi »disperznem sredstvu«. disperzna disperzna primer faza sredstvo trdna plin dim tekoča plin megla plin tekoče pena tekoča tekoče emulzija trdna tekoče suspenzija

Dispergiranje je tehnološki postopek (mehanski) s pomočjo katerega je mogoče porazdeliti disperzno fazo (kaolin) v disperznem sredstvu (voda)

Glede na velikost disperzne faze ločimo 3 vrste sistemov

- grobo disperzni
- koloidno disperzni
- molekulsko disperzni

ADSORPCIJA IN ABSORPCIJA

Adsorpcija – navzemanje dispergiranih delcev na površini koloidnih in grobo disperznih delcev. Ločimo: fizikalno (van der Waalsove sile) in kemijska adsorpcijo Na površini disperznih delcev se tvori samo enomolekulska plast dispergirane snovi. Adsorpcija narašča → površina zasedena → vzpostavitev ravnovesja

V grafiki:

- dispergiranje polnil
- dispergiranje pigmentov v vodi

Absorpcija – prodiranje (vezanje) delcev v notranjost papirja:

- zapolnitev por in vrhov na površini
- prodor tekočine v pore, praznine v notranjosti
- migracija vzdolž površine vlaken (intrafibrilna)
- prodor, difuzija v vlakna (interfibrilna)
- migracija plinske faze
- evaporacija-kondenzacija

ZETA POTENCIAL

Električna dvojna plast - zeta potencial delcev zagotavlja stabilnost koloidno in grobo disperznih sistemov. Tvorba električne dvojne plasti:

- prisotne funkcionalne skupine,
- molekulska disocijacija,
- adsorpcija ionov,
- prehod ionov iz kristalne rešetke,
- napake v kristalni rešetki (npr. manjkajoči atom)

POLARNOST MOLEKUL

Molekula, ki ima dva nasprotno nabita dela, imenujemo polarna molekula. ($\mu = e \times l$)

MEDMOLEKULSKE INTERAKCIJE

- **IONSKA VEZ** nastane med elektropozitivnim in elektronegativnim elementom
- **VODIKOVA VEZ** je vez med dvema elektronegativnima atomoma, med katerima je H atom.
- **VAN DER WAALSOVE SILE** nastajajo med dvema dipoloma (polarni molekuli) dipolom in induciranim dipolom (polarna in nepolarna molekula) in Londonovimi disperzijskimi silami (nepolarni molekuli).

Zeta potencial je razlika potencialov med mejno plastjo in notranjostjo raztopine. Podaja potencial med delcem in okolico, ki ga obdaja V grafiki:

- celuloza → H vez = hidratni ovoj (električna dvojna plast)

ZP disperznih delcev se spreminja s:

- pH sistema,
- temperaturo,
- velikostjo delcev.

Delci z ZP enakega predznaka se odbijajo. večji ZP → večji odboj → večja stabilnost sistema

ZP → 0 → večje združevanje delcev

KOHEZIJA IN ADHEZIJA

Kohezija je sila, ki privlači molekule ali delce istega telesa.

Adhezija je sila, ki privlači molekule različnih snovi med seboj.

Delovanje med molekulami:

- glavne valenčne vezi (kovalentne)
- stranskih valenčne vezi (H vezi)

Stični (kontaktni) **kot** ali **kot omočenja** je kot med ravno površino in tangento okrogle tekočinske kapljice. Merilo za moč adhezivnih sil med tekočino in površino v primerjavi s kohezivnimi silami tekočine.

- Adhezivne sile > kohezivnih sil $90^\circ < \theta < 180^\circ$
- Adhezivne sile < kohezivnih sil $0^\circ < \theta < 90^\circ$

OMOČLJIVOST IN KAPILARNOST

Omočljivost je fizikalna lastnost mejnih površin, povezana s površinsko napetostjo mejnih ploskev med različnimi snovmi. Gladina tekočine se ob stiku s trdnino in zrakom oblikuje tako, da je celotna površinska energija (γ) najmanjša. Omočenje: $\gamma_{\text{tekočine}} < \gamma_{\text{površine}}$ Stični kot je odvisen od:

- $\theta < 90^\circ$ ($\gamma_{\text{t-z}} > \gamma_{\text{tk-t}}$) $\theta > 90^\circ$ ($\gamma_{\text{t-z}} < \gamma_{\text{tk-t}}$)
- $\theta = 0^\circ$ absolutna omočljivost
- $\theta = 180^\circ$ absolutna neomočljivost

Kapilarnost je največja globina prodiranja tekočine v material. Globina prodiranja je odvisna od:

- premera kapilare (por v materialu) r ,
- stičnega kota tekočine θ ,
- površinske napetosti tekočine γ ,
- viskoznosti tekočine η
- dolžine časa prodiranja t

V grafiki:

- Celuloza → velika omočljivost z vodo
- Papir se kleji → hidrobojnost ($\theta > 90^\circ$)
- adhezijske sile vode do površine papirja < kohezijskih sil → voda ne prodre v pore

POVRŠINSKA NAPETOST (ENERGIJA)

Zaradi težnje po skrčenju površine deluje tekočina na svoji površini kot da bi bila stalno napeta. Če bi jo hoteli raztegniti bi zato potrebovali določeno silo in to silo na enoto površine imenujemo

površinska napetost.

V grafiki:

- tiskarske barve za tisk polimernih folij
- litografski postopek tiskanja

REOLOGIJA, VISKOZNOST

Reologija je veda o deformacijah, preoblikovanju in tečenju tekočin in plinov pod vplivom mehanskih sil, ki delujejo na enoto površine. Določa se odvisnost med silami, ki delujejo na tekočino in deformacijami, ki nastanejo zaradi delovanja teh sil (razmerje med strižno napetostjo in strižno hitrostjo, to je viskoznost). τ strižna napetost $\dot{\gamma}$ gradient hitrosti η dinamična viskoznost

V grafiki:

- obnašanje premazne mešanice za
- premazovanje papirja
- kontrola kakovosti surovin v papirni
- industriji lepil in tiskarskih barv

Tekočina je snov, ki spreminja obliko (teče) in tvori kaplje (kapljevina) za razliko od plina, ki spreminja obliko (teče) in ne tvori kapelj ter trdnine, ki je trdna in sama po sebi ne spreminja oblike. Glede na reološke lastnosti tekočine razporedimo v:

- newtonove tekočine (voda)
- psevdoplastične tekočine (emulzije, suspenzije)
- dilatantne tekočine
- plastične in viskoplastične tekočine (pigmentne premazne mešanice)
- tiksotropne tekočine (vodna disperzija kaolina)

- **NEWTONOVE tekočine** so tiste, pri katerih ne pride do spreminjanja viskoznosti zaradi vpliva strižnih sil. Razmerje med strižno napetostjo in strižno hitrostjo je vedno konstantno.

- **PSEVDOPLASTIČNE tekočine** so tiste, pri katerih se viskoznost zaradi delovanja strižnih sil zmanjšuje npr. premazne mešanice.

- **DILATANTNE tekočine** so tiste, pri katerih viskoznost zaradi delovanja strižnih sil narašča.

- **PLASTIČNE , VISKOPLASTIČNE tekočine** so tiste, kjer strižne sile najprej premagajo notranji upor trenja, ki deluje proti tečenju, šele nato začne tekočina teči.

- **TIKSOTROPNE tekočine** so koloidno disperzni sistemi, ki v mirovanju tvorijo gele, pod vplivom mehanskih sil pa ponovno postanejo tekoči. Viskoznost se zmanjšuje s časom in s povečanjem strižnih sil.

MERJENJE VISKOZNOSTI

- **viskozimeter po Fordu** uporaben samo za Newtonove tek. meri se iztočni čas sestavljen iz posode v obliki lija z natančno dimenzionirano odprtino.

- **viskozimetri s kroglo (Höpplerjev) ali palico (Larayev)** princip merjenja: viskoznost tekočine se upira gibanju, to je padanju krogle ali palice v tekočini meri se čas, ki je potreben, da krogla (palica) porabi za določeno pot za merjenje viskoznosti past (tiskarska barva)

- **viskozimetri s kapilaro** (po Ostwaldu, Ubbelohdu, Englerju) viskoznost se meri relativno glede na tekočino z znano viskoznostjo. meri se pretok tekočine z viskoznostjo η in gostoto ρ ter pretok primerjalne tekočine z znano η in ρ . Ker je razmerje dinamičnih viskoznosti obeh tekočin enako razmerju produktov gostote in iztočnega časa za vsako tekočino, je mogoče s pomočjo merjenja iztočnega časa neznane tekočine izračunati njeno viskoznost. za merjenje viskoznosti premaznih mešanic.

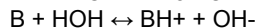
- **rotacijski viskozimetri** (Brookfield, Haake, Contraves) z rotirajočim notranjim ali zunanjim valjem ter s ploščo in stožcem omogočajo merjenje viskoznosti pri različno visokih gradientih hitrosti od najnižjih (Brookfield) do višjih gradientov hitrosti za merjenje viskoznosti premaznih mešanic

KISLOST IN ALKALNOST

Moč kisline ali baze je odvisna od stopnje njene disociacije v vodi.

Disociacija je postopek pri katerem se kislina, baza ali njune soli v vodi razstavijo v svoje sestavne dele ali ione. Take snovi imenujemo elektrolite. Ionske snovi kot je NaCl, ki v vodi skoraj 100 % disociira v Na^+ in Cl^- , štejemo med močne elektrolite. Snovi, ki popolnoma disociirajo v vodi in tvorijo kisle ali alkalne raztopine so močne kisline (HCl) ali močne baze (NaOH). Nekatere snovi le delno disociirajo ter jih štejemo med slabe kisline, kot je npr. očetna kislina, ki disociira 1.4 %.

Kisline (HCl, HNO_3 , H_2SO_4) za katere je značilno, da vsebujejo vsaj po en H ion disociirajo v vodi v kationski H ion in preostali anion. Splošni enačbi za disociacijo kisline (baze)



V grafiki:

- Kisel papir je časovno neobstoje, alkalni je časovno obstoje
- Preveč kisel papir → tiskarska barva se prepočasi suši.
- Preveč kislila vlažilna tekočina lahko pokvari tiskarsko ploščo
- Preveč alkalna vlažilna tekočina → penjenje tiskarske barve

Čim večje je število vodikovih ionov, tem večja je elektroprevodnost elektrolita v vodi. Na to vplivata stopnja disociacije in koncentracije elektrolita. Stopnjo disociacije predstavljata K_a , K_b ionizacijski ali **disociacijski konstanti**. Moč (jakost) kisline ali alkalije ocenjuje relativno glede na čisto vodo. To pa pomeni, da je raztopina kislina (proton donor), če je koncentracija H ionov $[H^+] > 10^{-7}$ mol/dm³, če pa je $[H^+] < 10^{-7}$ je alkalna (proton akceptor). **pH** pomeni negativni logaritem koncentracije vodikovih ionov $pH = -\log_{10} 10^{-7} = 7$. Merjenje pH vrednosti z indikatorji – snovi, ki spreminjajo svojo barvo v določenem območju pH vrednosti – vizuelna ocena. pH metri: merjenje napetosti člana, en člen je nasičena kalomelska elektroda, drugi pa steklena elektroda, katere potencial je sorazmeren s pH vrednostjo merjenega vzorca.

PAPIRNIŠTVO

Razvoj papirništva:

- po l. 1788 – strojno izdelovanje
- l. 1806 – klejenje v masi s smolnim klejivom in Al sulfatom (kisli medij) → slaba obstojnost
- po.l. 1975 – uporaba CaCO₃ kot polnila (nevtralni ali alkalni medij) → dobra obstojnost
- povečuje se uporaba recikliranih vlaknin → slaba obstojnost

RAZVOJ TRŽIŠČA ZA PAPIR

Vpliv tržišča:

- Razvoj tiskarstva (digitalizacija, avtomatizacija, hitrost, širitev strojev)
- Globalizacija in integracija (evropsko, svetovno tržišče)
- Življenski standard (izraba prostega časa, turizem, literatura, nakupovalne navade, higienske navade)

Konkurenca:

- Plastika – embalaža
- Elektronski medij
- RTV – oglaševanje
- PC – izobraževanje (slovarji, leksikoni, elektronske revije)

GLAVNI RAZLOGI ZA UPORABO RECIKLIRANIH VLAKNIN

- manjša razpoložljivost svežih vlaknin
- višje cene svežih vlaknin
- ekonomičnost (če je vir starega papirja blizu)
- vedno boljša oprema za predelavo starega papirja
- politika varovanja okolja
- ohranjanje gozda,
- zmanjšanje deponij.

PREDNOSTI IN SLABOSTI PAPIRNE INDUSTRIJE

Prednosti

- obnovljivi viri surovin
- recikliranje (5 do 7-x)
- zaprti industrijski sistem brez odpadkov
- pripomore k rasti gozdov, ki vsrka CO₂

Slabosti:

- v manj razvitih državah je tehnološko in ekološko neprilagojena
- znanje – povezovanje industrije z inštituti, univerzami
- izobraženost kadrov (papirna industrija 3% visoko izobraženih kadrov; elektronska industrija 25%)
- povezovanje strokovnjakov preko meja držav
- povezovanje proizvajalcev in uporabnikov papirja

ZGODOVINA PAPIRJA

Papirus

- 3.000 pr. n. št.
- prva podloga podobna našemu papirju (list 20 – 25 cm visok)
- zapisovali trgovsko in gospodarsko dejavnost, tudi književnost
- iz stebila močvirske rastline - papirus
- steblo poželi, odstranili ovoj stebila, izrezali tanke trakove, trakove prepletli, s kladivom obdelali (tekočina zlepila trakove med seboj). Liste so sušili, obrezali, zgladili in stanjšali, jih med seboj zlepili s škrobom - podaljšali in na koncih pritrdili lesene letve, na katere so nato navili popisane liste.
- Papirus Harris (40.5 m)

Pergament

- 200 pr.n.št. Pergamon (Mala Azija)
- iz kož antilop, ovc, koz, telet Velin (koža mladih telet)
- kože potopili v apneno mleko, odstranili dlako, zgladili površino, posipali z mavcem, sušili razpete na okvir, ostrigli in pred pisanjem zgladili in odstranili madeže in hrapave dele
- omogočil uporabo gosjega peresa
- ovit okoli lesene palice in spravljen v tulec
- pole prepognjene in šivane – nastal kodeks – predhodnik knjige (1. stol. n. št.)

Izdelava papirja

- 105 n. št. (Kitajska – Tsai Lun)
- izvor za ročno izdelavo papirja
- iz lubja murvinih dreves, bambusovih vlaken, ribiških mrež iz konoplje, tekstilnih krp

Postopek izdelave:

- obdelava v možnarjih –razvlaknitev,
- dodatek vode – vlakninska kaša,
- oblikovanje listov papirja
- odvodnjavanje,
- odstranitev z okvirja z mehko tkanino,
- stiskanje,
- sušenje na vročem zraku,
- glajenje,
- obdelava s škrobno raztopino

Srednjeveška izdelava papirja

- v 8. st. - razširila v Evropo iz Kitajske
- 1144 Španija (blizu Valencije)
- 1276 Italija (blizu Ancone) papirnica
- druga pol. 13. stol. Italija – površinsko klejenje, uvedba vodnih znakov
- 1390 Nemčija (blizu Nürnberga)
- 1440 – 1450 Nemčija (Johannes Gutenberg) – svinčene črke, lesena stiskalnica za tiskanje - knjigotisk
- druga pol. 15. stol. - razcvet obrti izdelovanja papirja, papirništvo poimenujejo "bela umetnost"
- razvlaknitev tekstilnih krp (trganje v stopah)
- priprava vlakninske suspenzije (dodajanje in mešanje z vodo)
- oblikovanje lista (tresenje vlakninske suspenzije na kovinskem situ)
- odvajanje lista od sita – "gaučanje" (dvig iz sita skupaj s klobučevino)
- stiskanje (skladovnice listov s klobučevino v stiskalnici)
- sušenje (z obežanjem na vrv)
- glajenje in premazovanje z živalskim klejem vsakega lista posebej

Strojna izdelava papirja

- 17. st. Holandija – vodni mlini "Holandci" (razvlaknitev in krajšanje vlaken)
- 1774 Nemčija – beljenje vlaken s Cl
- 1798 Francija – Luis Nicolas Robert prvi papirni stroj – uvedba industrijske proizvodnje papirja, papir v obliki traku
- 1805 - Anglija Joseph Brahma – papirni stroj z okroglim sitom
- 1806 Moritz Friedrich – klejenje v masi s smolnim klejivom
- 1840 – Nemčija F. G. Keller mehanska lesovina
- 1854-1857 Watt in Burges – kemična obdelava lesa
- 1863 – sulfurna celulozne vlaknine

- 1884 – sulfatna celulozna vlaknina
- 1935 – ZDA – premazovanje papirja
- 1960 – začetki procesnega vodenja
- 1970 – uporaba CaCO_3 kot polnila

Razvoj papirništva na Slovenskem

- 1544 - Gornja Hrušica pri Ljubljani
- 1547 - prenehal delovati prvi papirni mlin (Poljane – Lj.)
- 1579 – Fužine, začel obratovati drugi mlin
- 1712 – Vipava pri Žužembergu
- 1750 – pri Škofji Loki

Začetki izdelave papirja na sedanjih lokacijah so bili:

- 1750 – Radeče
- 1842 – Vevče
- 1852 – Goričane
- 1881 – Tržič
- 1882 – Sladki Vrh
- 1897 - Prevalje
- 1920 – Količevo
- 1939 – Krško

PAPIR, KARTON IN LEPENKA

Papir je ploščat, porozen material, sestavljen pretežno iz prepletenih vlaknin rastlinskega izvora.

Lastnosti so odvisne od:

- surovinske sestave,
- proizvodnega postopka,
- dodelave

Skupne značilnosti:

- higroskopičnost
- anizotropnost
- viskoelastičnost

Karton in lepenka sta iz vlaknin, a se po svojih lastnostih razlikujeta od papirja. Razlika v ploščinski masi – gramaturi. Standard ISO 4046 podaja sledečo delitev papirja, kartona in lepenke glede na ploščinsko maso:

- Papir = 0 – 225 g/m²
- Karton = 150 – 600 g/m²
- Lepenka = od 225 g/m² navzgor

STANDARDI

STANDARD je na podlagi konsenza sprejet dokument, ki ga odobri pristojni organ in ki navaja splošna in večkrat uporabna pravila, navodila ali značilnosti za dejavnosti ali njihove rezultate, namenjene za doseg optimalne urejenosti na določenem področju.

- mednarodni - ISO
- nacionalni – SIST, ASTM, DIN, BS
- interni

Priprava SIST:

- metoda razglasitve
- metoda platnice
- prevod
- izvirni slovenski standard

SUROVINE ZA PAPIR IN KARTON

VLAKNINE:

1) primarne in sekundarne:

primarne vlaknine sekundarne vlaknine naravne kemične star papir

- rastlinske - sintetične razsivena ali
- živalske - anorganske (dekairana) snov

2) lesne in druge vlaknine

tekstilne vlaknine iz enoletnih rastlin sintetične star papir

POLNILA:

naravne mineralne snovi (kaolin, CaCO_3 itd.) sintetična (TiO_2 , Ca, itd.)

POMOŽNA SREDSTVA:

- klejiva,
- Al-sulfat, Na-aluminat,
- škrob,
- barvila in optična belila,
- dodatki za povečanje mokre trdnosti

VODA

LESNE (CELULOZNE) VLAKNINE

20 % listavci (bukev, breza, topol)

80 % iglavci (smreka, jelka, bor)

Sestava debla:

- skorja
- plast kambija
- lesna snov
- stržen

FLOEM

- prevajajo v vodi raztopljene sladkorje in druge organske snovi
- sestavljene iz sitastih celic – sitk
- niso odebeljene
- membrana = celulozna
- notranjost = protoplazma

KSILEM

- prevajajo vodo z raztopljenimi rudninami
- odebeljene celične stene utrjene z lignitom
- v stenah celic so odprtine - piknje
- odebeljene
- sestavljene iz celične stene
- sitastih celic – sitk utrjene z ligninom
- niso odebeljene, - v stenah celic so
- membrana - celuloza odprtine – piknje

LISTAVCI

- predvsem traheje in nekaj traheid. Traheje so različnih oblik in velikosti. Dva tipa cev, ene, ki skrbijo za prevajanje in druge ki skrbijo za mehansko oporo. Slednja so libriformska ali lesna vlakna

IGLAVCI - traheide (posebne cevem podobne celice)

Lumen obdaja celična stena, ki sestoji iz večjega števila plasti – lamel. Sloji, ki sestavljajo steno vlakna so sestavljeni iz fibrilov, ki potekajo v vsakem sloju pod drugim kotom. Sestava:

- lumen
- terciarni sloj (stena),
- sekundarni sloj (stena),
- primarni sloj (stena),
- vmesni sloj (lamela).

SESTAVA LESA

- LIGNIN:
 - 21 % listavci (bukev, breza, topol),
 - 25 % iglavci (smreka, jelka, bor)
- EKSTRAKTIVNE SNOVI: 2-8 % (terpeni, smolne kisline, maščobne kisline, fenoli)
- OGLJIKOVODIKI : 45 % CELULOZA (glukoza)
- HEMICELULOZE: 35 % listavci, 25 % iglavci
- glukoza, manoza, galaktoza = HEKSOZE
- ksiloza, arabinoza = PENTOZE

CELULOZA

Beseda celuloza izvira iz latinske besede celula, ki pomeni celična stena. Je najbolj razširjena organska snov na Zemlji. Najbolj čista celuloza (okrog 98 %) je v bombažu, les je vsebuje od 30-45 %. Je bela vlaknata snov brez okusa in vonja. Sestavljena je iz:

- 44,42 % ogljika
- 49,35 % kisika
- 6,23 % vodika

Je naravni linearni polimer, polisaharid, ki ga sestavlja več kot 3.000 D-glukoznih enot med seboj povezanih z β -(1,4)-D-glukozidnimi vezmi. Celuloza je naravni biopolimer, polisaharid, ki nastane z biosintezo. Polimerizacijska reakcija je polikondenzacija. Bifunkcionalni monomeri tvorijo dimere, v naslednji stopnji zreagirajo v tetramere itd. z nadaljevanjem reakcije do linearnih makromolekul. Pri tem izstopajo molekule vode. Celuloza spada med polietre. Za polietre je značilna etrna vez: $-O-$. Molekula je zelo raztegnjena in ustreza dvojni spirali s periodičnostjo 1,036 nm. Monomer – (glukozna enota) ima 3 hidroksilne skupine: dve sekundarni (na drugem C2 in tretjem C3 atomu) in eno primarno (na šestem C6 atomu). Možna tvorba H-vezi in van der Waalsovih interakcij. Intramolekulske vodikove vezi dolžine 0,275 nm se tvorijo na tretjem C atomu. Intermolekulske H-vezi se tvorijo na $-OH$ skupini na drugem, tretjem in šestem C atomu.

Celuloza je visoko kristalna snov. V bombažu in lanu je stopnja kristalnosti 60 - 87%, v lesu 50 - 65 %, v regeneriranih celuloznih vlaknih 30 - 50 %. V kristalinih področjih so makromolekule celuloze paralelne, tesno zložene in vzpostavljeno je maksimalno število H-vezi. Makromolekule tvorijo pravilno kristalino rešetko. V kristalino področje celuloze voda in kemični reagenti težko prodrejo. Makromolekule se povežejo z H-vezmi, na površini z Van der Waalsovimi silami in tvorijo mikrofibril. Mikrofibril sestavljajo kristalina področja in nekristalina (amorfna) področja med seboj povezana z veznimi molekulami. Mikrofibrili se povezujejo med seboj v makrofibrile, ki tvorijo skupke makrofibrilov, iz katerih so vlakna.

HEMICELULOZA

Linearni ali razvejani polimeri sestavljeni iz sladkorjev:

- 3 heksoze – glukoza, manoza, galaktoza
- 2 pentosi – ksiloza, arabinoza
- Polisaharidi z nizko DP (15 do 90)
- nastanejo s kondenzacijsko polimerizacijo
- So v amorfni obliki, zelo redko kristalini
- Značilnosti: dobro navzemanje vode / majnša odpornost na kisline/baze / pomembne zaradi tvorbe vezi med vlakni

LIGNIN

Imenujemo ga tudi "lepilo" lesa. Povezuje vlakna, rastlini daje trdnost in elastičnost. Les ga vsebuje od 17 – 33 %. Je zelo kompleksen 3D zamrežen aromatični polimer s fenilpropanskimi enotami. Različno velike molekule s koloidnimi lastnostmi. Največja koncentracija lignina je v vmesni lameli, manj v celični steni. Količinsko največ pa ga je v sekundarni celični steni. Je amorfen. Povzroča krhkost papirja in zaradi fotooksidacije povzroča porumenitev papirja.

DRUGE (EKSTRAKTIVNE) SNOVI

Les vsebuje znatno količino drugih snovi – ekstraktivnih substanc (več 100). To so smole, maščobne kisline, njihovi estri, voski, višji alkoholi, terpeni itd. Nahajajo se v parenhimnih celicah. ES v lesu iglavcev > ES v lesu listavcev. So delno topne v vodi in nekatere v organskih topilih. Terpeni so hlapni in se odstranijo pri visokih temperaturah.

LASTNOSTI VLAKEN

- dolžina vlakna in debelina celične stene (dovolj povezav, ustrezna trdnost, stična površina)
- Vlakna z debelejšo celično steno tvorijo bolj odprti, absorbirajoč, volumenožnejši material z nizko razpočno in natezno trdnostjo in visoko trgalno trdnostjo
- Celulozna vlakna izkazujejo nekaj lastnosti, ki so pomembna za papirništvo:
 - visoka natezna trdnost
 - fleksibilnost
 - visok upor proti plastični deformaciji
 - v vodi so netopna
 - so hidrofilna
 - dobra sposobnost absorpcije raznih dodatkov
 - so kemično stabilna

Vlakna absorbirajo molekule vode. Povezovanje vlaken je pospešeno zaradi polarnega privlaka med molekulami vode in privlaka -OH skupin celuloze. Ko se voda odstrani iz lista papirja, se - OH skupine povežejo z H vezmi z -OH skupinami sosednjega vlakna.

LESNE VLAKNINE

Glede na postopek pridobivanja:

1) VLAKNINE VIŠOKEGA DOBITKA

- klasična lesovina – bruševina
- termomehanska meljavina (TMP)
- kemijsko termomehanska meljavina (CTMP)

2) POLCELULOZNA IN CELULOZNA VLAKNINA

- polcelulozna vlaknina
- hidrogensulfitna celulozna vlaknina
- sulfatna celulozna vlaknina

VLAKNINE VIŠOKEGA DOBITKA

- vse sestavine lesa v glavnem ohranjene
- visok dobiček lesne mase
- mehaska predelava lesa

Postopki:

- Postopek z brusnim kamnom
 - pri atmosferskem tlaku – klasičnabruševina - SGW (stone groundwood)
 - pri nadtlaku - PGW (pressurised groundwood)
- Postopek z rafinerjem
 - brez predobdelave - RMP (refined mechanical pulp)
 - s termično predobdelavo - TMP (thermo mechanical pulp)
 - s kemično predobdelavo - CMP (chemical mechanical pulp) CTMP (chemical thermo)
- Postopek pridobivanja vlaknin
 - Odkorjevanje (odskorjevalni bobni)
 - Razvlaknjevanje (brusilniki, rafinerji)
 - Prebiranje (trskolov, tresalniki)
 - Čiščenje (vrtinčni čistilniki)
 - Beljenje (belilni stolpi)

KLASIČNA LESOVINA - BRUŠEVINA

* Surovine: les – debla (polena)

* Postopek:

- prečno brušenje polen na brusilnem valju
- grobo in fino prebiranje (trskolov)
- fino prebiranje (prebiralniki)
- čiščenje (vrtinčni čistilnik)
- razvlaknjevanje (rafiner)
- odvodnjevanje (stroj s polžem)
- beljenje
- navijanje na bale

* Produkt: - vlažna lesovina s 30 – 35 % suhe snovi
- dobitek lesne mase: 90 – 95 %

* Lastnosti: - voluminoznost, rumena barva, porumenitev na svetlobi

* Uporaba: - časopisni papir, karton, dodatek k brezlesnim papirjem

TERMOMEHANSKA MELJAVINA

* Surovine: - les – sekanci

* Postopek:

- obdelava s paro pred ali med brušenjem ($T = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$, $p = 250\text{ kPa}$)
- razvlaknitev (diskasti rafiner)
- prebiranje (prebiralniki)
- čiščenje (vrtinčni čistilnik)
- beljenje
- navijanje na bale

* Izkoristek lesne mase: 90 %

* Energetsko zahteven postopek

* Lastnosti: - boljše mehanske lastnosti kot bruševina

* Uporaba: - časopisni papir

KEMIJSKA TERMOMEHANSKA MELJAVINA (CTMP)

* Surovine: les – sekanci

* Postopek:

- dodatek kemikalij pred ali med obdelavo s paro
- 1 stopnja razvlaknjevanja pri $T > 100^{\circ}\text{C}$
- 2 stopnja razvlaknjevanja pri sobni T

* Izkoristek lesne mase: 80 – 90 %

* Lastnosti: visoka trdnost v mokrem, zmanjšana dvostranost papirja, izboljšan učinek glajenja, tiskovnost

* Uporaba: za časopisni papir na strojih z veliko hitrostjo

* Prednost postopka: možna predelava lesa listavcev s krajšimi vlakni

CELULOZNA VLAKNINA

Postopek kemijske predelave lesa:

- kuhanje (kuhalnik),
- pranje (pralni filtri),
- beljenje (belilni stolpi),
- ožemanje,
- sušenje.

Polcelulozna vlaknina

- minimalna obdelava s kemikalijami lignin postane plastičen
- mehanska razvlaknitev

Celulozna vlaknina

- obdelava s kemikalijami lignin raztopi
- lignin se izpere hidrogensulfatni (kisli) in sulfatni (alkalni) postopek

POLCELULOZNA VLAKNINA

- * Surovine: - les – sekanci
- enoletne rastline
- * Postopek:
 - kuhanje s kemikalijami – nevtralni sulfitni postopek (lignin nabrekne in postane plastičen) pri T do 180 °C
 - mehansko razvlaknjevanje
- * Prednost: poškodovanost vlaken je majhna, izboljša tiskovnost papirja
- * Slaba stran: temna barva / večja poraba belilnih kemikalij
- * Izkoristek lesne mase:
 - 65 – 80 % za nebeljeno,
 - 55 – 60 % za beljeno

HIDROGENSULFITNA CELULOZNA VLAKNINA

- * Surovine: lesni sekanci (20 x 25 x 4-5 mm)
- * Kemijski postopek: kuhanje v kislini: $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- * Pogoji kuhanja: T > 145 °C, pH = 3 – 5
- * Izkoristek lesne mase: 50 %

SULFATNA CELULOZNA VLAKNINA

- * Surovine: lesni sekanci, enoletne rastline
- * Kemijski postopek: kuhanje v lugu: $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{S}$
- * Pogoji kuhanja: T < 170 °C, t = 2 - 3 h / pH = 14 (začetni), pH = 10 – 12 (končni)
- * Prednost: odlične mehanske lastnosti / opaciteta večja (prozornost manjša) kot pri hidrogensulfitni celulozni vlaknini
- * Slabost: rjavo obarvana
- * Uporaba: za vrečke, valovito lepenko, škatle, beljena: za tiskovne in pisalne papirje
- * Izkoristek lesne mase: 48 – 55 %

SULFATNA CELULOZNA VLAKNINA BELJENJE

- Beljenje vlaken bruševine ali meljavine:
- Natrijevim hidrogensulfatom (NaHSO_3)
 - Natrijevim ditionitom (NaHSO_4)
 - Beljenje poteka v stolpu

BELJENJE

Beljenje hidrogensulfitne in sulfatne celuloze:

- kloriranje (C)
- alkalna ekstrakcija z NaOH (E)
- obdelava (oksidacija) z NaOCl (H)
- obdelava s ClO_2 (D)
- obdelava s H_2O_2 (P)
- obdelava z O_2 ali O_3 (O)

TCF vlakna beljena brez uporabe elementarnega klora ali klorovih spojin

ECF vlakna beljena s klorovimi spojinami, a brez uporabe elementarnega klora

VLAKNINE IZ ENOLETNIH RASTLIN

- * Surovine: slama žitaric
- * Negativna stran: sezonska dobava surovin
- * Postopek: kemijska predelava (kuhanje v NaOH, pranje, beljenje)
- * Lastnosti: dolžina 0.5 – 2 mm / premer 0.01 - 0.02 mm
- * Vplivi dodatka teh vlaken: papir z zaprto površino, papir je trši, dobro se po njem piše – briše
- * Uporaba: pisalni, risalni, kartotečni papirji

TEKSTILNE VLAKNINE

- * Surovine: tekstilije – odpadki
- * Pred predelavo: tekstilije preberejo, sortirajo glede na vrsto vlaken, način tkanja, barvanja, izločijo sintetična vlakna
- * Postopek: kuhanje - več ur pod pritiskom v alkalni raztopini
- * Lastnosti: vsebujejo nad 90 % celuloze dajejo papirju izredno dobre mehanske lastnosti, prožnost in obstojnost. Zaradi visoke cene so tekstilna vlakna, kot so bombaž, lan, juta, konoplja primerna za izdelavo samo vrednostnih, biblijskih, specialnih, reprezentativnih papirjev

KEMIČNA VLAKNA

- * Surovine: regenerirana vlakna iz naravnih polimerov, sintetična vlakna in anorganska vlakna.
- * Lastnosti: izredne kemijske in fizikalne lastnosti, hidrofobnost, se težko meljejo
- * Uporaba:
 - termoplastična vlakna dodajajo k celuloznim – dobra povezanost
 - steklena vlakna dodajajo celuloznim da dosežejo nekatere specialne lastnosti: zmanjšanje gorljivosti, povečanje obstojnosti pri višji temperaturi, dimenzionalna stabilnost, povečana poroznost, boljše dielektrične in izolacijske lastnosti papirji za filtriranje tekočin

SEKUNDARNE VLAKNINE

Recikliranje iste vlaknine: do 7-krat

Delež sekundarnih vlaknin v papirju

- grafični papirji 24 %
- tehnični papirji in kartoni 41 %
- higienski papirji 64 %
- časopisni papirji 88 %
- embalažni papirji 93 %

Ni primeren za izdelavo trajnostnih papirjev, pri izdelavi higienskih papirjev potrebna previdnost = možna higienska oporečnost. Kakovost starega papirja je različna.

- najbolj kakovosten = lastni izmet iz papirnic
- najmanj kakovosten = mešani odpadki

POLNILA IN PIGMENTI

= praškasta snov

- naravni materiali
- sintetični – anorganski in organski
- pigmenti so premazi na površini papirja
- polnila so dodatki v papirno snov
- polnila in pigmenti so:
 - kaolin
 - kalcijev karbonat
 - TiO₂
 - barijev sulfat
 - MO silikat
- dodatek vlaknovini: 1-30%
- dobre lastnosti: - izboljšanje optičnih lastnosti
 - tiskovnih lastnosti
 - vpliv na gladkost, sijaj, mehkobo
 - pocenitev papirja
- slabe lastnosti: - zmanjšanje mehanske trdnosti
 - poslabšanje učinka klajenja
 - manjša togost papirja
 - povečanje volumske teže
- pigment dodajamo:
 - izboljšanje izgleda
 - izboljšanje tiskarske lastnosti
 - pocenitev

PIGMENTNA PREMAZNA MEŠANICA

- vezivo: sintetični lateksi – stiren butadien
 - naloga: vežejo pigmentne delce med seboj in celokupen premaz na površino
- koveziva: CMC, škrobni derivati, akrilatni ester
 - naloga: zaščititi koloid, povečajo viskoznost, dajejo togost
- dodatki: dispergirano sredstvo, optično belilo

KLEJIVA

- znižajo naravno upojnost
- **klejenje v masi** (kisli postopek / smolno klejivo / sintetično klejivo)
- **klejenje na površini** (alkalni postopek / škrob + dodatki)
- papir je polno klajen ko ima v masi:
 - 3% smole na vlakna
 - 4% Al sulfata na vlakna
 - 2-4% sintetičnega klejiva
- $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ klajen

DODATKI ZA PAPIRNO SNOV

- **aluminijev sulfat** (samo za kisli medij, + elektronski naboj / vpliva na boljše retencijo vlaknin in polnil)
- **kationski škrob** (dodaja pri klajenju 1-6% / izboljšuje retencije vlaknin, polnil / boljše vezanje vlaknin med seboj, povečanje odpornosti)
- **dodatki za povečanje mokre trdnosti** (ureja formaldehidne in melanin formaldehidne smole / papir za vreče. Filtrki, foto, etiketni)
- **barvila** (absorbirajo rumeni delež bele svetlobe)
- **optična belila** (posebna barvila, ki absorbirajo UV delež svetlobe in ga pretvorijo v vidno svetlobo = slabost: pri recikliranju pridejo v higienske papirje ali za zavijanje živil)

IZDELAVA PAPIRJA

- priprava papirne snovi in mletje
- natok papirnega stroja – dovod supsenzije
- sitova skupina – oblikovanje lista
- stiskalnice – stiskanje papirnatega traku
- sušenje papirnatega traku
- strojno glajenje in navijanje
- premazovanje papirja
- glajenje

PRIPRAVA PRIMARNIH VLAKNIN

- razpuščevalnik
- razkosmovalnik (3 ozobljeni obroči)
- mletje: - rezanje , fibriranje, nabrekanje
 - rezultat mletja so tiskovni papirja (kratko, pusto), pivniki (dolgo, pusto), bankpost papir (kratko, mastno), embalaža (dolgo, mastno)
 - mletje se izvaja na rafinerjih

• PUSTO MLETJE

- rezanje in krajšanje pravokotno na dolčino vlaken
- hitro oddajanje vode
- redka suspenzija
- tanki mlevni noži
- majhna razdalja med noži
- večji mlevni pritisk
- papir je manj upojen, bolj gost, bolj tog, prosojen, dimenzijsko stabilen...

• MASTNO MLETJE

- vzdolžno cepljenje vlaken in gnetenje
- počasno oddajanje vode
- gosta suspenzija
- široki mlevni noži

- večja razdalja med noži
- nizek mlevni pritisk
- papir je voluminoze, bolj vpojen, mehkejši, manj stabilen, boljše mehanske lastnosti

IZDELAVA PAPIRJA – PAPIRNI STROJ

STOPNJE PROIZVODNJE

- natok → sitova skupina → skupina stiskalcev → sušilna skupina → klejena stiskalnica → sušilna skupina → kalander → navijanje

FUNKCIJA

Dovos suspenzije → oblikovanje lista → stiskanje papirnega traku → sušenje → površinsko klajenje → sušenje → glajenje → navijanje

VPLIV FAZ NA KAKOVOST PROIZVEDENEGA PAPIRJA

- sitova skupina (orientacija vlaken, dvostranost, oblikovanje lista=
- mokre stiskalnice na gladkost in gostoto
- sušilna skupina na skrčenje, natezno trdnost in raztezek

IZDELAVA PAPIRJA – NATOK

- naloga:- enakomerna porazdelitev papirne snovi po širini
 - homogeniziranje papirne suspenzije
 - dušenje predhodno nastalih pulzacij
- glavna + razdelilne cevi
- natočna omara z luknjastimi valji
- stopničaste difuzne cevi
- ločimo: odprt in zaprt natok
- hitrost iztekanja papirne snovi na sito je enakomerna, brez pulzacij, prilagojena situ+papirju

IZDELAVA PAPIRJA – SITOVA SKUPINA

- oblikovanje papirnatega traku
 - poteka iz začetne močno razredčene suspenzije papirne snovi
 - poleg mletja najvažnejši del izdelave
 - nastale napake ni mogoče popraviti
 - vlakna se zbližajo, se povežejo, voda odteka
- vpliv na oblikovanje lista
 - sestava, mletje, koncentracija papirne snovi
 - razmerje med hitrostjo dotočne snovi in hitrosjo sita
 - vlakna se razporedijo vzporedno s tokom
 - krmiljenje in hitrost odvajanja vode

IZDELAVA PAPIRJA – VODNI ZNAK

• PRISTNI VODNI ZNAK

- poseben valj v sitovi skupini
- na obodu je sito s sliko (izboklina/vboklina)
- nastane svetel/temen vodni znak

• POLPRISTNI VODNI ZNAK

- v mokrih stiskalnicah
- ostri obrisi
- z nabrekanje NaOH se ga da odstraniti

• NEPRISTNI VODNI ZNAK

- natisnjen na gotov papir s transparentnimi barvami
- s topilom ga lahko odstranimo

POVRŠINSKA OBDELAVA

OPLEMENITENJE PAPIRJA

- plastificiranje
- kaširanje (lepljenje)
- premazovanje - na osnovi vode, topil ali taline
- premazujemo da izboljšamo lastnosti
- izgled papirja
- bolj gladek, sijaj
- boljše optične lastnosti
- boljše tiskana slika
- odporen na cepljenje
- zmanjšana poroznost
- elastičnost
- manjše prašenje
- povečano število rasterskih pik

RAZVRSTITEV GLEDE NA SESTAVO

- brezlesni (100% celulozna vlaknina)
- lesovinski (iz mešanice lesovinskih in celuloznih vlaken)
- papirji iz tekstilnih vlaken (100% tekstilna vlakna)

RAZVRSTITEV GLEDE NA IZDELAVO-OBDELAVO POVRŠINE

- ročno izdelani – za specialne namene
- strojno izdelani
 - naravni (niso površinsko obdelani)
 - pigmentirani (sijajni, motni)
 - premazni (sijajni, motni)
- drugače oplemeniteni
 - kaširani s folijo
 - prevlečeni z voskom
 - gumirani
- glavne vrste premaznih papirjev
 - obojestransko premazni papirji (esovinski, brezlesni)
 - enostransko premazni papirji in kartoni (za zloženke, brezlesni, lesovinski)

RAZVRSTITEV GLEDE NA UPORABO

- grafični (pisalni, tiskovni, risalni – časopis, katalogi, prospekti)
- higienski (kozmetični robčki, kuhinjski papir, toaletni, krep)
- embalažni (šrenc, ovojni, kraft, izolacijski)
- drugi papirji (cigaretni, fotografski, baktericidni, reagenčni)

FORMATI

- Razlikujemo:
 - nepotiskani
 - potiskani (visoki ali prečni)
 - surovi
 - končni
- izhodni format A0 → razpolavljanje → manjši formati
- razmerje površin sosednjih formatov je 1:2
- vsi formati imajo isto razmerje stranic (kvadrat = 1 krajša, diagonala = daljša)
- formati:

A0 = 841 x 1189 mm	A1 594 x 841 mm
A2 420 x 594 mm	A3 297 x 420 mm
A4 210 x 297 mm	A5 148 x 210 mm
A6 105 x 148 mm	B0 1000 x 141,4 mm
B1 707 x 1000 cm	C0 917 x 1297 mm
C1 649 x 917 mm	

LASTNOSTI PAPIRJA

- tiskovne prehodnosti
- tiskovnost papirja
- ugotavljanje smeri vlaken:
 - natezni preizkus (vzdolžno večja sila)
 - pretrg (vzdolžno pretrg bolj raven)
 - vlaženje zgornje strani z vodo
 - vlaženje roba
 - poskus z nohtoma
 - poskus s trakovima

OSNOVNE LASTNOSTI

- gramatura
- debelina (razdalja med vzporednima stenama papirja)
- gostota
- specifični volumen
- dimenzijska stabilnost

KEMIJSKE LASTNOSTI

- sestava vlaknin
- vsebnost vlage
- vsebnost polnil
- vsebnost drugih sestavin
- električna prevodnost vodnega ekstrakta

MEHANSKE LASTNOSTI

- pretržna sila (sila potrebna za pretrg)
- utržna sila (pretrg v točki pritrditve)
- raztezek
- natezna trdnost
- razpočna odpornost (razpočenje zaradi zraka)
- trgalna sila (sila potrebna za nadaljne trganje)
- pregibna odpornost (maksimalno število pregibov)
- upogibna odpornost (odpornost na upogibanje)
- IBT razslojevanje (sila potrebna za cepitev plasti)
- sposobnost žlebenja

POVRŠINSKE LASTNOSTI

- gladkos Bekk (čas pretoka določene količine zraka med papirno in stekleno površino)
- hrapavost Bendtsen (količina zraka ki preteče skozi merilni obroč)
- tiskovna hrapavost Parker (razlika med idealno površino in površino papirja)
- odpornost na drgnjenje (izguba mase)
- obrabljenost papirja z iglo

OPTIČNE LASTNOSTI

- belina (merjenje refleksivnega faktorja)
- transparenca (izračun iz refleksivnih faktorjev)
- opaciteta (refleksni faktor lista na črni podlagi)
- rumenost (stopnja odsevnosti)
- zrcalni sijaj (odboj svetlobe pod določenim kotom)

TISKARKSE LASTNOSTI

- odpornost na suho cepljenje in cepilna hitrost
- odpornost na mokro cepljenje
- tiskarska penetracija
- prožnost

OBNAŠANJE PROTI TEKOČINAM

- pisanje s črnilom
- plavalna metoda
- absorbcija vode po Cobbu
- absorbcija olja Cobb-Unger
- sposobnost vpijanja maščobe
- kontaktni kot
- kapilarna vpojnost
- prepustnost zraka
- propustnost vodne pare

POLIMERNE FOLIJE

- so tiskovni material za izdelavo različnih izdelkov
- za izdelavo fleksibilne embalaže, fotografskih filmov, tiskarskih valjev in form
- ločimo: - homopolimere in kopolimere
- polimeri so lahko linerani, razvejani, zamreženi
- delimo: - termoplastni (linerani, razvejani)
 - duroplastni (močno zamreženi)
 - elastomeri (rahlo zamreženi)

POLIVINIL KLORID (PVC)

- poliadicija, kalandiranje
- polaren in krhek
- embalaža, tiskarske plošče, trakovi
- trd, tog, obstojen proti kemikalijam, primerne za živila
- mehak, transparenten, slabša tiskovnost

POLIVINILDENKLORID (PVDC)

- poliadicija, kalandiranje
- podoben PVC, vsebuje mehčalo
- fleksibilna embalaža
- vse tiskarske tehnike

POLIETILEN (PE)

- poliadicija, ekstrudiranje
- embalaža
- mlečno moten, visoka žilavost, obstojen
- težko navzemanje
- nizkotlačni & viskotlačni
- globoki, flekso, sitotisk

POLIPROPILEN (PP)

- poliadicija, ekstrudiranje
- slabo, netransparenten
- obstojen na kisline, alkalije
- za fleksibilno pakiranje živil
- za globoko zamrzovanje
- globoki, flekso, sitotisk

ZGRADBA TISKARSKE BARVE (TB)

1) Nosilec barve:

- predstavlja 10 – 30 % TB
- naloga: določa barvo in njeno izdatnost
- zgradba:
 - Pigmenti (netopni, v dispergirani obliki)
 - Barvila (topna)

2) Vezivo:

- predstavlja 10 - 30 % TB
- naloga:
 - veže pigmentne delce na substrat
 - zagotavlja sijaj
- zgradba:
 - naravne smole
 - umetne smole

3) Nosilec (topilo):

- predstavlja 0 - 70 % TB
- naloga: zagotavlja ustrezno viskoznost TB in omogoča prenos barvil/pigmentov na substrat
- zgradba: voda, alkoholi, ketoni, olja

4) Aditivi:

- Predstavljajo 1 - 10 % TB
- naloga: vplivajo na lastnosti TB in odtisa (viskoznost, sušenje, odpornost proti abraziji) npr. omakalna sredstva, sikativi, biocidi,...

NOSILEC BARVE V TB

PIGMENTI

- So netopni, trdni delci, ki absorbirajo in sipajo svetlobo; več enot je povezanih v kristalino strukturo
- na površini se nahaja le 10 % vseh molekul; te absorbirajo in sipajo svetlobo
- na površini pigmentnih delcev se nahaja relativno malo molekul, ki pridejo v stik s svetlobo, toploto ali topili
- lokalna koncentracija molekul v delcih pigmentov je zelo visoka → večja opaciteta
- velikost pigmentnega delca: 0,1 - 2 μm

Prednosti in slabosti pigmentov v primerjavi z barvili

- visoka stopnja kristaliničnosti → dobra obstojnost proti svetlobi, toploti in topilom
- večja opaciteta (neprosojnost)
- kot izhodiščna surovina so cenejši od barvil
- pigmenti so barvno manj izdatni, barve so bolj zamolkle
- za vezanje na substrat potrebujejo vezivo

Zahteve za uporabnost pigmentov:

1) OPTIČNE LASTNOSTI

- Barva je posledica molekulske zgradbe pigmenta in je odvisna od količine absorbirane in sipane svetlobe.
- Opaciteta je odvisna od sipanja svetlobe na pigmentnih delcih, ta pa od lomnega količnika.
- Lesk je posledica zrcalnega odboja vpadle svetlobe. Odvisen je od kota opazovanja, veziva in gladkosti površine.

2) OBSTOJNOST PIGMENTOV

- na svetlobo/vreme: odvisna od KE zgradbe in koncentracije pigmenta; organski pigmenti so manj obstojni;
- na toploto: lahko pride do razgradnje pigmenta in spremembe v barvnem tonu;
- na kemikalije: pomembna je za izdelke, ki so v stiku s kislinami, alkalijami ali topili (npr. embalaža);

3) SPOSOBNOST DISPERGIRANJA

Za doseganje ustreznih optičnih lastnosti barvnega nanosa mora biti zagotovljena dobra porazdelitev pigmentnih delcev v vezivu oz. nosilni fazi. Pigmenti morajo imeti zato ustrezno površinsko energijo in sposobnost omakanja s sredstvi, ki se običajno uporabljajo kot nosilna faza. V nasprotnem primeru je potrebno iskanje novih formulacij TB. Sposobnost dispergiranja je možno izboljšati z dodatkom površinsko aktivnih snovi.

4) TOKSIKOLOŠKE IN EKOLOŠKE ZAHTEVE

- predstavljajo odločilni kriterij za izbiro pigmentov
- pomembne zlasti za določene izdelke, kjer obstaja možnost zastrupitve (embalaža, igrače, pisala)
- na splošno velja, da so pigmenti razmeroma neškodljivi
- izjeme: pigmenti na osnovi težkih kovin (svinec, kadmij)

DELITEV PIGMENTOV

- Saje
- Anorganski
 - Beli anorganski p.
 - Barvni anorganski p.
- Organski
 - Klasični organski p.
 - High performance p.

1) Saje (črni pigment)

- So osnovna sestavina črnih TB.
- Predstavljajo 80 % celotne potrošnje pigmentov.
- Saje sestavlja pretežno GRAFIT:
 - čisti C v kristalini obliki
 - kristalizira heksagonalno
 - ima značilno plastovito strukturo
 - ima visoko sposobnost absorpcije svetlobe in visoko opaciteto.
- Ostale sestavine saj:
 - elementarni C
 - pepel (mineralne snovi)
 - hlapne snovi (spojine na osnovi C,H,O).

Zgradba in oblika črnih pigmentov (saj)

Ovisna je od načina pridobivanja:

1. Sežig olj in naravnega plina v posebnih pečeh z omejenim dovodom kisika ($T = 1250 - 1425 \text{ }^{\circ}\text{C}$). → Pri sežigu nastaja CO, vodik, dušik, vodna para in suspendirani delci saj, ki jih ohladijo in zberejo elektrostatsko. → Velikost delcev saj: 30 - 150 μm .

2. Sežig olj in naravnega plina v posebnih kanalih → Velikost delcev saj: 20 - 30 μm . → Kakovost takih pigmentov je boljša, vendar se ta postopek manj uporablja.

Lastnosti črnih pigmentov

- zelo dobra barvna izdatnost
- zelo dobra obstojnost na svetlobo, toploto in kemikalije
- pri sežigu olj in naravnega plina v posebnih pečeh ali kanalih nastanejo saje z visoko vsebnostjo C, ki dajejo črno barvo modrim/rjavim tonom
- pri sežigu katrana ali ostankov pri destilaciji nafte nastanejo saje z nižjo vsebnostjo C → siv ton

2) Anorganski pigmenti

BELI ANORGANSKI PIGMENTI

:: TiO₂

- najpogostejši beli pigment
- ima visoko belino in opaciteto
- je netopen, kemično obstojen, obstojen proti svetlobi in toploti
- nahaja se v dveh kristalinih oblikah:
 - rutil (bolj moder, trši, večja opaciteta)
 - atanaz
 - Kaolin
 - CaCO₃

1) Spojine na bazi železovega ferocianida: $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 + 2 \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 2 \text{K}_2\text{SO}_4$
kislina ali oksidant $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$

- z uravnavanjem T,t dobimo različne odtenke modre
- dobra svetlobna obstojnost in barvna izdatnost
- v alkalnem spojine niso obstojne

2) Mešanice Fe oksidov in silikatov

- za rumeno rjave tone

3) Pigmenti na osnovi Pb, Cr, Mo

- zaradi odlaganja v okolju se ne uporabljajo več

- 4) Kovinski pigmenti
- zlati (zlitine Zn + Cu)
 - srebrni (Al zlitine)
 - biserni

Lastnosti anorganskih pigmentov

- zelo dobre svetlobne obstojnosti
- dobra obstojnost proti kemikalijam
- dobra opaciteta
- nizka cena
- zelo trdi; lahko poškodujejo strojno opremo
- pri izdelavi (mletju) včasih nastopijo težave, zato ne dosegajo najboljših lastnosti
- uporabljajo se za izbrana področja, npr. tisk embalaže

3) Organski pigmenti

- Predstavljajo glavnino industrijskih pigmentov in še pridobivajo na pomenu.
- Delitev:
 - klasični: manj obstojni, cenejši, uporabni tudi za TB
 - "high performance": zelo obstojni, barvno izdatni, uporabni na specifičnih področjih.

Prednosti organskih pigmentov

- velika barvna izdatnost
- bolj živi toni
- širok razpon barv
- manjša specifična teža, manjši delci
- večja transparentca
- lažje omakanje z nosilno fazo.

Pomanjkljivosti organskih pigmentov

- zelo različne obstojnosti na toploto in kemikalije
- slabša odpornost na mila in olja
- slabša odbornost na topila (krvavenje)
- nekateri organski pigmenti so karcinogeni
- nekateri so nagnjeni k sublimaciji
- imajo podoben lomni količnik kot vezivo, tvorijo prosojne filme. Za večjo opaciteto se dodaja neprosojen pigment (TiO₂)

Zgradba organskih pigmentov

- So spojine na osnovi cikličnih in policikličnih CH z zelo kompleksno strukturo (npr. derivati benzena, naftalena, antracena)
- vsebujejo značilne skupine:
 - 1. Sistem konjugiranih dvojnih vezi
 - 2. Antiauksokromne sk.: -N=N-, =C=O, -CH=N-
 - 3. Auksokromne skupine: -OH, -NH₂

AZO PIGMENTI

- Vsebujejo značilno skupino: -N=N-
- predstavljajo osnovo za rumene in rdeče tone
- struktura pigmentov je lahko mono- ali disazo
- v to skupino spadata tudi:
 - diarilid rumeno (CI Pigment Yellow 13) = osnova za rumeni pigment
 - kalcijev 4B toner (CI Pigment Red 57:1) = osnova za magenta pigment

PIGMENTI NA OSNOVI FTALOCIANINA

- Vsebujejo značilno skupino: C=N
- v to skupino spada tudi Cu-ftalocianin (CI Pigment Blue 15) = osnova za cian pigment
- lahko se pojavlja v dveh različicah, odvisno od kristaline strukture (RD ali ZE odtenek)
- Lastnosti pigmentov na osnovi ftalocianina:
 - dobra obstojnost na svetlobo, toploto, kemikalije
 - so praktično netopni (ni pojava krvavenja)
 - nizka cena.

HIGH - PERFORMANCE PIGMENTI

- Lastnosti:
 - odlične obstojnosti proti svetlobi, toploti
 - visoka barvna izdatnost in sijaj
 - visoka cena → uporabni za določene izdelke
- Glede na KE zgradbo ločimo 2 tipa:
 - disazo kondenzacijski pigmenti: ru, rd, viol, rjavi toni (Ciba)
 - benzimidazoloni azo pigmenti: mo-rd, rjavi toni (Hoechst)
- Dobra obstojnost: posledica intermolekularnih povezav v kristalini rešetki.

Fizikalne lastnosti organskih pigmentov

- Barva, ki jo daje pigment, je v prvi vrsti odvisna od KE zgradbe pigmenta.
- Poleg tega na njegove lastnosti (tudi na barvo) vplivajo:
 - velikost kristalov
 - oblika kristalov in vrsta kristaline rešetke
 - stopnja agregacije kristalov
 - površinske lastnosti pigmentnih delcev.

VELIKOST KRISTALOV

- Intenzivnost barve in opaciteta sta določeni z velikostjo pigmentnih delcev:
 - intenzivnost barve organskih pigmentov je obratno sorazmerna velikosti delcev
 - opaciteta je odvisna od intenzivnosti sipanja: večji delci → večje sipanje → manj svetlobe prehaja skozi nanos

OBLIKA KRISTALOV

- Pigmenti so planarne molekule, ki se lahko uredijo druga ob drugi tako, da se med njimi vzpostavijo medmolekularne povezave in nastanejo kristali.
- Oblika in velikost kristalov je odvisna od:
 - oblike (planarnosti) molekule pigmenta
 - razmerja med dolžino in širino molekule.
- Polimorfizem: Cu - ftalocianin se pojavlja v dveh kristalinih oblikah:
 - α - oblika: rdeče - modra
 - β - oblika: zeleno - modra
- Pleokromizem:
 - Absorpcija svetlobe se spremeni, če jo opazujemo vzdolž različnih osi kristala.
 - Pojav je posledica anizotropije kristalov (pigmentov):
 - **IZOTROPNE SNOVI:** molekule so razporejene naključno, fizikalne lastnosti snovi so neodvisne od smeri opazovanja
 - **ANIZOTROPNE SNOVI:** molekule so na določen način urejene, usmerjene; lastnosti takih snovi so odvisne od smeri opazovanja. Anizotropija vpliva tudi na električne lastnosti in polarnost pigmentnih skupkov → različne kristaline strukture imajo različno polarnost → različna izbira topil oz. veziv.

STOPNJA AGREGACIJE KRISTALOV

- Pigmenti so mešanica posameznih kristalov, majhnih skupkov in velikih agregatov, ki jih sestavlja veliko število kristalov.
- Na lastnosti TB vpliva velikost posameznega kristala in stopnja agregacije.
- Na velikost kristalov lahko vplivamo s pogoji sinteze:
 - dopustna velikost med obarjanjem
 - mletje po obarjanju
 - T, pH, conc.
 - poobdelave.

IZDELAVA PIGMENTOV

Izdelava pigmentov obsega več faz:

1. **SINTEZA** = zaporedje KE reakcij, katerih produkt je molekula pigmenta.
2. **KONDICIONIRANJE** = pretvorba v strukturo z ustrežno kristaliničnostjo in velikostjo delcev; v tej fazi se lahko izvede tudi modificiranje površine pigmentnih delcev.
3. **DODELAVA** = pretvorba v obliko, primerno za uporabnika.

Proces SINTEZE je potrebno voditi tako, da nastane enoten, visoko kristalin produkt z veliko barvno izdatnostjo.

- Azo pigmenti in nekateri anorganski pigmenti nastanejo pri obarjanju iz vodnih raztopin.
- Nekateri anorganski pigmenti so ob zaključku sinteze podvrženi kalcinaciji (postopek obdelave pri zelo visoki T); odstranijo se sledi vode in zagotovi ustrezna kristalina oblika).
- Cu ftalocianini in nekateri HP pigmenti nastanejo pri sintezi v organskem topilu pri visoki T.

VELIKOST DELCEV je možno uravnovati:

- z mehanskim mletjem (z abrazivnimi snovmi)
- z izobarjanjem trdnega pigmenta iz ksl. v vodo.

POVRŠINSKE LASTNOSTI DELCEV:

Po sintezi so površine pogosto polarne in niso združljive z nepolarnimi snovmi, ki se upor. Kot vezivo/ topilo v TB. To lahko spremenimo z dodatkom

- površinsko aktivnih snovi (surfaktantov)
- nekaterih naravnih smol (abietna kislina)
- nekaterih anorg. pigmentov (TiO₂).

Določen pigment je na trgu na voljo v različnih oblikah, ki so prilagojene določenemu področju uporabe:

* prahasta oblika (suha barva):

- nastane pri sušenju v peči in z naknadnim mletjem
- problem: prašenje
- novejša oblike: granulati

* pastozna oblika ("Flushed pigments")

- po sintezi se večino vode iztisne, sledi obdelava v mešalcu z dodatkom veziva/ topila iz TB; pigment postopoma migrira iz vodne v organsko fazo
- pigment se nato zlahka meša z ostalimi sestavinami TB
- Postopek mora biti natančno voden, da ne pride do odstopanj v barvi in opaciteti.

* pigmentni sekanci ("Pigment chips")

- Pigment je dispergirani v trdni smoli.
- Uporabljajo se zlasti za tisk embalaže.
- Prednosti: dobra barvna izdatnost, transparentnost, lesk.

VEZIVO V TB

- Pri konvencionalnih tehnikah tiska se kot vezivo uporabljajo naravne in umetne smole ter olja.
- Pigmentni delci so porazdeljeni (dispergirani) v vezivu; vsak delec je obdan s plastjo veziva, ki preprečuje njihovo združevanje v skupke.
- Na substratu se vezivo posuši, strdi in na ta način veže pigment na substrat.

OLJA

1) SUŠEČA OLJA

- so rastlinskega izvora
- največ se uporablja laneno olje (iz semen lanu)
- Olja so mešanica gliceridov in trigliceridov maščobnih kislin; glicerid = kondenzacijski produkt glicerola in različnih maščobnih kislin.
- Maščobne kisline so lahko nasičene ali nenasičene.
- Sposobnost sušenja je odvisna od števila dvojnih vezi v maščobni kislini.
- Pri sušenju molekula veže kisik iz zraka pri čemer se sproži zamreženje nenasičenih molekul preko dvojnih vezi; mehanizem = **oksidopolimerizacija**.
- Ko je proces zaključen, nastane trden, elastičen film.
- Pri sušenju sodelujejo le nenasičene maščobne kisline, zato njihov delež odločilno vpliva na sušenje.
- Laneno olje vsebuje pretežno dva tipa nenasičenih maščobnih kislin.

- Rastlinska olja se le redko uporabljajo v nemodificiranem stanju (prepočasno sušenje).
- Zato olja predhodno toplotno obdelajo, s čimer se zveča njihova viskoznost in skrajša čas sušenja.
- Pogosteje kot sama rastlinska olja se uporabljajo njihovi derivati (alkidne, uretanske idr smole).

2) POLSUŠEČA OLJA

- Najpomembnejši predstavnik: sojino olje.
- Pretežno vsebuje dva tipa maščobnih kislin:
 - linolno
 - oleinsko.
- Zaradi majhnega števila dvojnih vezi: nizka reaktivnost, počasno sušenje.
- Polsušeča olja se uporabljajo kot sestavina modificiranih alkidnih smol:
 - bolj elastičen film (v primerjavi z alkidnimi smolami)
 - boljše adhezijske lastnosti.

Katalizatorji sušenja

za TB, ki sušijo z reakcijo oksipolimerizacije

- Z dodatkom katalizatorjev v nosilno fazo TB lahko čas sušenja skrajšamo na samo nekaj ur.
- KE sestava: soli organskih kislin s težkimi kovinami (maščobna kislina iz olja + Co, Mn)
- Učinkovitost katalizatorja je odvisen od:
 - vrste kovinskega iona: $\text{Co} > \text{Mn} > \text{Ce} > \text{Zr} > \text{Li}$
 - koncentracije katalizatorja sušenja.
- Katalizatorji sušenja se upor. v dveh oblikah:
 - tekoča: omogočajo hitro reakcijo sušenja
 - pastozna: kadar je zaželeno počasnejše sušenje.

3) NESUŠEČA OLJA

- Nesušeča rastlinska olja uporabljajo kot plastifikatorji za modificiranje elastičnosti nanosov TB.
- Mineralna olja sestavljajo pretežno nasičeni in aromatski ogljikovodiki:
 - lahko so kancerogeni
 - predstavljajo surovino za ceneni časopisni tisk
 - TB na osnovi samih mineralnih olj se nikoli popolnoma ne posušijo.

SMOLE

Smola = nekrystalina, visokomolekularna trdna/tekoča snov naravnega ali umetnega izvora

Vloga smole v TB:

- zagotavlja trdnost, adhezivnost, lesk
- omogoča vezanje pigmenta na substrat.

1) ALKIDNE SMOLE

- Običajno nastanejo pri reakciji ftalanhidrida z glicerolom.
- Sušijo se razmeroma hitro.
- Nastane trden, obstojen film.
- Uporaba: za ploski, globoki in prepustni tisk
- Obe komponenti alkidnih smol lahko reagirata z lanenim oljem, če je delež tega dovolj visok, nastane kombinirano vezivo, ki se zelo pogosto uporablja v TB.

2) URETANSKE SMOLE

- Nastanejo pri reakciji izocianata z alkoholom.
- Uporabljajo se kot kombinirana veziva skupaj s sušečimi olji.
- Imajo dobro sposobnost omakanja pigmentnih delcev.
- Uporaba: na določenih področjih ploskega tiska

3) FENOLNE SMOLE

- Nastanejo pri reakciji derivatov fenola s formaldehidom.
- Z dodatkom naravnih smol in sušečih olj nastane vezivo, ki daje visok sijaj.

4) NARAVNE SMOLE

- Kolo fonija = smola, dobljena z ekstrakcijo iz palmovih dreves; uporablja se kot dodatek.
- Šelak: visoka cena, manjša uporaba

5) OGLJIKOVODIKOVE SMOLE

- Nastanejo kot stranski produkt pri sintezi etena.

VEZIVA ZA UV SUŠENJE

- Uporabna so za vse tehnike tiska.
- Princip: sistem absorbira UV žarke, kar sproži polimerizacijo in nastanek trdnega filma. → Mehanizem sušenja je izključno fotokemijski.
- Prednost: TB ne vsebujejo običajnih sestavin (olja, smole, topila), zato pri sušenju ne pride do nastanka škodljivih hlapov.
- Sestava:
 - oligomeri (3-6 enot monomerov)
 - monomeri
 - fotoiniciator.
- Pod vplivom UV sevanja monomerne in oligomerne enote polimerizirajo.
- Viskoznost in hitrost sušenja TB je odvisna od vsebnosti monomerov oz. oligomerov.
- Fotoiniciator omogoči začetek reakcije: pod vplivom UV žarkov sproži nastanek prostih radikalov in s tem reakcijo polimerizacije.

VEZIVA ZA EB SUŠENJE

EB = electron beam = sušenje s sevanjem elektronov

- Sestava je podobna sestavi veziv za UV sušenje:
 - vezivo oz. TB vsebuje enake oligomere
 - fotoiniciator ni potreben, ker reakcijo sproži snop elektronov.
- Uporaba: predvsem za sušenje TB in lakov za embalažo.
- Prednost (glede na UV sušenje): metoda je enako učinkovita za vse barve.
- Enota, ki seva elektrone, mora biti izolirana.
- Priporoča se delo v dušikovi atmosferi.

NOSILEC (TOPILO) V TB

- Uravnava viskoznost veziva (TB) in zagotavlja njegovo mobilnost.

- Delitev TB:
 - tekoče
 - pastozne
 - vodne.

Sestava TB:

- Topilo/voda	60 %	70 %
- Vezivo 15 %	15 %	
- Pigment	20 %	10 %
- Aditivi 5 %	5 %	

VODA

- Je najbolj običajno topilo.
- Prednosti:
 - ekološko in toksikološko sprejemljiva
 - lahko odstranljiva po tisku
 - razmeroma poceni.
- Uporaba: flekso in globoki tisk.

ORGANSKA TOPILA

- Derivati nafte (različni ogljikovodiki):
 - z nizkim vreliščem: flekso, globoki tisk
 - z visokim vreliščem: ploski, visoki tisk
- Alkoholi, ketoni, estri:
 - metanol: flekso tisk
 - izopropanol: flekso tisk
 - glikol: za uravnavanje vlažnosti

OLJA, SMOLE

- mineralna in rastlinska olja
- naravna smola, sintetični polimeri

DODATKI V TB

Sušilna sredstva (katalizatorji sušenja)

- So katalizatorji pri oksidativnem sušenju rastlinskih olj → pospešijo oksipolimerizacijo.
- Sestava:
 - Co, Mn, Ce, Zr soli maščobnih kisl. (npr. linolejske)
 - Co, Mn, Ce, Zr soli kislin iz sojinega olja
 - Co soli oktanojske kisline
- Količina katalizatorja v TB je odvisna od:
 - narave/ vrste katalizatorja: $\text{Co} > \text{Mn} > \text{Ce} > \text{Zr} > \text{Li}$
 - sušilnih lastnosti nosilne faze v TB
 - prisotnih pigmentov.
- Na učinkovitost katalizatorja vplivata tudi:
 - prisotnost inhibitorjev sušenja (npr. v naravnih smolah)
 - staranje TB.

Sredstva za preprečevanje zasušitve TB

- preprečijo nastanek membrane na stoječi TB in zasušitev zgornjih plasti TB
- lahko podaljšajo čas sušenja
- Sestava: hidrokinon, butiliran hidroksi toluen

VOSKI

- Sestava: polietilen, politetrafluoretilen, parafini
- Vloga:
 - zvečajo gladkost, drsnost in vodoodbojnost nanosa
 - zmanjšajo površinsko energijo in preprečijo adhezijo mokrih odtisov na druge površine
 - Znižajo lepljivost TB
 - Običajno znižajo lesk in podaljšajo čas sušenja, zato mora biti količina nadzorovana.

PROTIPENILNA SREDSTVA

- npr. silikoni
- preprečijo/zmanjšajo nastanek pene
- uporaba: v tekočih TB

DISPERGIRNA IN EMULGIRNA SREDSTVA

- olajšajo dispergiranje delcev in zagotovijo stabilnost disperzije oz. emulzije
- npr. neionske površinsko aktivne snovi
- uporaba: za vse vrste TB

OMAKALNA SREDSTVA

- npr. glikoli, površinsko aktivne snovi
- olajšajo omakanje substrata in porazdelitev TB Fotoiniciatorji
- pospešijo/sprožijo reakcijo zamreženja pod vplivom UV žarkov
- npr. aromatski ketoni, benzoin metil eter
- uporaba: za TB, ki sušijo pod vplivom UV žarkov

RAZREDČILNA SREDSTVA

- zmanjšajo viskoznost TB ne da bi vplivali na lastnosti veziva
- npr. alkoholi
- uporaba: v tekočih TB

POLNILA

- zmanjšajo barvno izdatnost TB
- Sestava: anorganski beli pigmenti

BARVILA

- spremenijo/ uravnajo odtenek pigmenta
- uporaba: za vse vrste TB

PLASTIFIKATORJI

- izboljšajo elastičnost barvnega nanosa
- npr. estri z visoko molekulsko težo

PROIZVODNJA TB:

- Raztapljanje veziva v topilu oz. nosilni fazi
- Dispergiranje pigmenta v nosilni fazi
 - pigmenti se v TB nahajajo v obliki disperzije; velikost delcev: 10-7 – 10-6 m
 - zagotoviti je potrebno enakomerno porazdelitev delcev
 - postopek poteka na posebno oblikovanih mlinih
- Dodajanje aditivov (pomožnih sredstev)

LASTNOSTI TB

ZAHTEVE ZA TB

- Prehod TB na substrat je možen na več načinov:
 - porazdelitev TB
 - neposredni prenos TB z osnovne folije na substrat
 - pretiskanje (potiskanje) TB skozi odprtine
 - nanos TB z brizganjem, brez stika s substratom.
- Sušenje TB poteka po različnih fizikalnih ali kemijskih mehanizmih.
- TB mora imeti dobro adhezijo o substrata:
 - TB se mehansko zasidra na površino substrata
 - TB prodre v substrat zaradi kapilarnega delovanja
 - TB se veže na osnovi FI-KE interakcij s substratom.

REOLOŠKE LASTNOSTI TB

- Opišejo njeno sposobnost tekočnosti.
- Običajno so vse reološke lastnosti obravnavane kot konsistenca TB.
- Konsistenca opiše naslednje lastnosti:
 - viskoznost TB
 - tiksotropijo TB
 - vlečnost TB.
- Konsistenca TB:
 - odločilno vpliva na produktivnost in na kvaliteto odtisa
 - prilgojena mora biti tiskarski tehniki, hitrosti tiskanja in lastnostim substrata.

MERJENJE VISKOZNOSTI

1) Viskozimeter po Fordu

- sestavlja ga posoda v obliki lija
- merimo čas, potreben za iztekanje tekočine

2) Viskozimetri s kapilaro (Ostwald, Ubbelohde)

- merimo pretok tekočine skozi kapilaro
- viskoznost ocenimo na osnovi primerjave s tekočino z znano viskoznostjo in gostoto

3) Viskozimetri s kroglo (Höppler) ali palico (Laray)

- merimo čas padanja krogle/palice na določeni poti
- primeren je za pastozne snovi (npr. TB)

4) Rotacijski viskozimetri (Brookfield)

- merimo hitrost vrtenja valja
- primerni so za vse vrste tekočin

Viskoznost TB je močno odvisna od temperature.

→ Pri meritvah je vedno potrebno navesti tudi temperaturo.

→ Pogosto je potrebno termostatisiranje tiskarskega agregata.

TIKSOTROPIJA

- Je lastnost, ki označuje spreminjanje viskoznosti zaradi zunanjih vplivov.
- TB je tiksotropna, če ima v mirujočem stanju visoko viskoznost, pod vplivom mešanja pa se bistveno zniža.

VLEČNOST TB

- je odpor filma – tankega nanosa TB, da se porazdeli med dva valja.
- lahko jo opišemo tudi kot lepljivost TB.
- Odraža se kot sila, potrebna za pogon barvnih valjev tekom tiskanja oz. sila, potrebna za ločevanje potiskanega papirja s podloge.

- **Previsoke** vrednosti povzročijo izvelčenje vlaken papirja ali odstranjevanje premaza s površine premazanega papirja.
- **Prenizke** vrednosti povzročijo manjšo ostrino rastrskih pik, težave pri sušenju in nižji sijaj.

Za merjenje vlečnosti se uporablja **INKOMETER**.

Sestavljajo ga:

1) *nanašalni valj*

2) *gnani valj*: sprejme točno določeno količino TB

3) *neuležajen merilni valj*: zaradi lepljivosti oz. vlečnosti TB ob stiku s sosednjim gnanim valjem nanj deluje sila in prične se vrteti. S pomočjo ustreznega pretvornika to silo odčitamo kot električni signal.

Na rezultat vplivata:

- hitrost (št. obratov) valjev (800 ali 1200 min⁻¹)
- temperatura.

Merilo za vlečnost predstavlja tudi dolžina TB:

- opišemo jo glede na to, kako se TB obnaša, ko jo z nožem/spatulo izvelčemo iz rezervoarja ali s površine nanosa:
 - dolga TB se raztegne v dolgo nit
 - kratka TB se pod enakimi pogoji preizkušanja hitreje pretrga. Zelo "kratke" TB:
- povzročajo težave pri prečrpavanju
- na splošno imajo slabe tečnostne lastnosti
- niso nagnjene h kapljanju, omogočajo ostrejša odtise.
- Lastnosti so odvisne od sil med sestavinami nosilne faze TB.

POVRŠINSKE IN KOLIDNO - KEMIJSKE LASTNOSTI TB

Na lastnosti in obnašanje TB v procesu tiskanja vplivajo:

- površinska napetost,
- površinska energija in
- interakcije med TB in vodo oz. med TB in substratom.

Površinske in koloidne lastnosti vplivajo na stabilnost TB tekom procesa tiskanja (pod vplivom delovanja T, topil).

OPTIČNE LASTNOSTI TB

Ko svetloba pade na obarvan predmet, pride do 4 pojavov:

- odboj
- lom
- absorpcija
- sipanje.

LESK IN OPACITETA

- sta močno odvisna od velikosti pigm. delcev.
- Največja opaciteta: $d = 0,4 \mu\text{m}$
- Za tanke barvne nanose je zelo pomembno, da so pigm. delci majhni, sicer lahko pride do njihove migracije na površino nanosa in zmanjšanja leska.
- Lesk lahko povečamo z nanosom tankega, nepigmentiranega filma na gladek substrat.

TISK NA PROZORNE MATERIALE

- primer: tisk embalaže
- če pri tisku uporabimo prosojne TB, bo barva neizrazita (vzrok: svetloba prehaja skozi barvni nanos in skozi substrat, podvržena je selektivni absorpciji, vendar se je zelo malo sipa nazaj v oko)
- Zato na substrat najprej nanese bel, neprosojen pigment:
 - ta ima sposobnost odboja in sipanja svetlobe
 - svetloba potuje nazaj in je znova podvržena abs. in sipanju na pigmentnih delcih
 - rezultat: bolj žive, izdatne barve.

TB ZA OFSET TISK

- So zelo viskozne, pastozne; $\eta = 40 - 100 \text{ Pas}$
- Sestava:
 - Pigmenti : 0 – 30 %
 - Vezivo: - smole: 20 – 50 %
 - rastlinska olja: 0 – 30 %
 - mineralna olja: 20 – 40 %
 - Aditivi: do 10 %

ZAHTEVE ZA TB:

- Ne sme priti do sušenja oz. strjevanja pri nanosu na valje
- Omogočen mora biti nanos zelo tankega filma na substrat.
- TB za ofset tisk delimo v več skupin:
 - Univerzalne
 - TB z visokim leskom
 - TB brez vonja
 - TB za tisk na folije
 - TB z dobro odpornostjo proti abraziji
 - TB za UV sušenje
 - TB za časopisni tisk

TB ZA GLOBOKI TISK

- Imajo zelo nizko viskoznost: $\eta = 0,05 - 0,2 \text{ Pas}$
- Sestava:
 - Pigmenti
 - Veziva: vinilne smole, modificirane smole
 - Topila:
 - za tisk publikacij: toluen, ksilen, petrolej
 - za tisk embalaže: etanol, etilacetat, voda, voda +organsko topilo
 - Aditivi: plastifikatorji
- Topilo je zelo pomembna sestavina TB:
 - zagotavlja nizko viskoznost
 - uravnava koncentracijo pigmenta.
- Omejitve pri izbiri topila:
 - T vrelišča
 - vonj
 - eksplozivnost
 - ekološke zahteve.
- TB je potrebno neposredno pred tiskom razredčiti z ustreznim topilom.
- Količino topila in viskoznost TB je potrebno kontrolirati tudi med procesom tiskanja.
- Mehanizem sušenja:
 - Topilo odpari v sušilnem agregatu
 - Trdno vezivo (smola) ostane na površini substrata in nanj veže pigmentne delce.

TB ZA FLEKSO TISK

- Imajo nizko viskoznost: $\eta = 0,05 - 0,5 \text{ Pas}$
- Sestava:
 - Pigmenti (ali včasih barvila)
 - Vezivo: KE zgradba je odvisna od zgradbe substrata:
 - Topilo: ima velik vpliv na kakovost odtisa.
 - Plastifikator.
- Mehanizem sušenja:
 - Alkoholi in estri , ki se uporabljajo kot topila, imajo nizko vrelišče; sušenje pri $T = 50 \text{ oC}$.
 - Ostane trdna smola, ki veže pigmentne delce na substrat.
 - TB na vodni osnovi: sušenje poteka z obarjanjem akrilne smole in delno absorpcijo topila v papir

TB ZA KNJIGOTISK

- So zelo viskozne: $\eta = 50 - 150 \text{ Pas}$
- Mehanizem sušenja:
 - Na papirju in kartonu: fizikalno (absorpcija) + kemijsko (oksidolimerizacija)
 - Na materialih, ki ne absorbirajo: samo z oksidacijo

TB ZA PREPUSTNI TISK

- V primerjavi z ostalimi tehnikami omogoča najširši razpon substratov (papir, steklo, plastika, kovina, tekstil)
- Sestava TB je zato zelo različna:
 - v splošnem vsebuje: pigmente, vezivo in topilo
 - TB za tisk na plastiko:
 - TB za papir, karton:
- Topilo:
 - Običajno je potrebno neposredno pred uporabo TB dodati topilo, da se doseže ustrezna konsistenca.
 - Tiskar lahko z ustrezno mešanico topil vpliva tudi na hitrost sušenja.
 - Hitrost sušenja je podana z relativno oceno glede na hitrost izhlapevanja butil acetata:

TB ZA ČASOPISNI TISK

- Časopisni tisk je eno največjih področij uporabe TB, zato so TB enostavne in poceni.
- Glavne sestavine:
 - Saje (črni pigment)
 - Mineralna olja.
 - Dodatki (aditivi na osnovi silike ali bentonita, ki preprečijo odletavanje kapljic TB oz. pršenje na tiskarskem stroju). → Sušenje poteka le s penetracijo olj iz TB v substrat, zato lahko pride do razmazovanja TB.
- Novejše TB za časopisni tisk: verjetno vsebujejo dodatek olj in smol, ki sušijo po mehanizmu oksipolimerizacije, zato so obstojnosti boljše.
- TB za časopisni flekso tisk:
 - TB so na vodni osnovi.
 - Imajo odlično obstojnost na drgnjenje
 - Sestava: vsebujejo vezivo na osnovi akrilnih smol, s prostimi karboksilnimi skupinami.
 - Ob stiku s substratom (vsebuje Al-sulfat) pride do obarjanja smole, pigmentni delci so tako vezani na substrat.

Pri izbiri TB moramo upoštevati naslednje dejavnike:

- Postopek (tehnika) tiskanja
- Predvidena hitrost tiskanja → TB mora imeti ustrezno konsistenco
- Lastnosti substrata → pogoj za kvaliteten odtis je dobro omakanje substrata
- Večbarvni tisk: (TB morajo biti transparentne in barvni nanos mora imeti ustrezne reološke lastnosti)
- Posebni vizualni efekti (kovinski, biserni p.)
- Na izgled odtisa vplivajo:
 - Zgradba in lastnosti pigmenta
 - Debelina barvnega nanosa
 - Dodatek ekstenderjev
 - Vezivo
 - Lastnosti substrata.

PREIZKUŠANJE TB

Ločimo 4 vrste TB:

- 1) Tekoča – kratka (Z noža odteka počasi, tvori kratek trak)
- 2) Tekoča – dolga (Z noža odteka hitro, tvori dolg trak)
- 3) Gosta – kratka (Z noža odteka počasi ali sploh ne)
- 4) Gosta – dolga (TB le s težavo odstranimo iz posode)

Fizikalne lastnosti TB:

Viskoznost = Ugotavljanje reoloških lastnosti tiskarskih barv s paličnim viskozimetrom

Lepljivost = Ugotavljanje lepljivosti pastoznih tiskarskih barv z rotacijskim merilnikom

Obstojnost odtisov na fizikalne in kemijske dejavnike:

- voda
- topila
- alkalije, kisline
- sir, jedilno olje...

Na osnovi testnih odtisov lahko spremljamo:

- čas sušenja
- hitrost absorpcije TB v papir
- odpornost proti drgnjenju
- barvo, lesk
- enakomernost odtisa (mottling).

MEHANIZMI SUŠENJA TB

Struktura TB mora biti takšna, da sta izpolnjeni dve zahtevi:

- ne sme priti do sušenja TB na tiskarskih valjih
- po končanem tisku oz. nanosu barve se mora TB čim hitreje posušiti in zasidrati na substrat.

Na sušenje TB vplivajo naslednji dejavniki:

- sestava TB (zlasti veziva, nosilca, dodatkov)
- značilnosti substrata
- pogoji tiskanja (hitrost, količina nanešene TB)
- zgradba sušilnega agregata
- klimatski pogoji (T, RH).

Vpliv temperature:

- pri višji T se hitrost sušenja poveča
- viskoznost TB se zmanjša, kar ugodno vpliva na penetracijo TB
- izhlapevanje topil je hitrejše.

Mehanizme sušenja delimo v dve skupini (odvisen je od vrste veziva in pogojev sušenja)

- Fizikalno sušenje
- Kemično sušenje:
 - oksipolimerizacija
 - sušenje s sevanjem.

MEHANIZMI FIZIKALNEGA SUŠENJA

ABSORPCIJA

- Je proces prodiranja TB (tekoče faze) s površine v notranjost substrata.
- Proces je odvisen od:
 - površinske napetosti tekoče nosilne faze
 - kapilarnega delovanja v substratu.
- Proces absorpcije je prisoten vedno, kadar tiskamo na porozen material (papir, karton).

QUICKSET TB

- sušijo pretežno po mehanizmu absorpcije
- Sestavljata jih dve fazi:
 - nizkoviskozno topilo: prodre v notranjost substrata (npr. topilo na bazi ogljikovodikov - quickset topilo)
 - viskoviskozna smola: po tisku ostane skupaj s pigmenti na površini (npr. fenolne, alkidne, uretanske smole).
- Zaradi take sestave se viskoznost TB po nanosu na substrat hitro poveča;
- nanos na papirju se dokončno posuši z oksidacijo.

IZHLAPEVANJE

- Je proces, v katerem molekule topila migrirajo s površine topila v zrak in se oddaljijo od matične tekočine.
- Na proces vplivata:
 - energija molekul v notranjosti topila
 - površinska prosta energija tekočine.
- Sile, ki določajo, kakšen je privlak molekule na površini v notranjost, določajo površinsko prosto energijo molekul.
- Te sile mora molekula prevladati, da "pobegne" iz sistema.
- Za premagovanje privlačnih sil je potrebno v sistem dovesti energijo.
- potrebna količina energije (toplote): latentna izparilna toplota

VRELIŠČE

- T, pri kateri molekule prosto prehajajo s površine topila v zrak
- merilo za hitrost izhlapevanja tekočine: nižje vrelišče → nižja izparilna toplota → lažje izhlapevanje

Na sušenje TB z izhlapevanjem vplivajo naslednji dejavniki:

- vrelišče tekočine
- relativna hitrost izhlapevanja = razmerje hitrosti izhlapevanja določene tekočine v primerjavi s hitrostjo izhlapevanja standardne, lahko hlapne tekočine (eter)
- latentna izparilna toplota topila = količina energije, potrebna za prehod določene množine topila iz tekočega v plinasto stanje.

Toploto, potrebno za izhlapevanje topila, lahko dovedemo na različne načine:

1) Prevajanje

- Potiskan material vodimo preko segretyh valjev.
- Učinkovitost je odvisna od toplotne prevodnosti substrata.
- Pri uravnavanju T je potrebno upoštevati tudi lastnosti (toplotno občutljivost) substrata.

2) Konvekcija

- Potiskan material vodimo mimo šob s toplim zrakom.
- Toplota povzroči uparjevanje tekočine, zračni tok pa molekule pare odstrani s površine.
- Uporaba: fleksa in globoki tisk na materiale, ki ne absorbirajo

3) Sevanje

- pri tem postopku se uporablja IR in mikro valove = sevanje z daljšo valovno dolžino in nižjo energijo, ki ne povzroči KE sprememb (za razliko od UV in EB tehnologij sušenja)
- Uporaba: za materiale, ki so sposobni absorbirati takšno vrsto energije (valovanje) Heatset TB
- Poleg pigmenta vsebuje smole, raztopljene v topilu na osnovi prečiščenih ogljikovodikov.
- Po tisku topilo odhlapi zaradi delovanja segretega zraka, ki z veliko hitrostjo prihaja iz šob.
- Sledi ohlajanje na valjih.
- Vloga toplote:
 - omogoči izhlapevanje topila
 - pospeši reakcijo oksipolimerizacije.

MEHANIZMI KEMIČNEGA SUŠENJA

OKSIPOLIMERIZACIJA = reakcija polimerizacije, ki poteka pod vplivom zračnega kisika v prisotnosti ustreznih katalizatorjev.

- Na ta način se sušijo veziva na osnovi sušecih olj ter alkidnih, fenolnih in uretanskih smol.
- Mehanizem = zračno inducirana radikalna polimerizacija
- Reakcija obsega 3 faze:
 - iniciacija
 - rast molekule
 - zaključek.

1. FAZA: iniciacija

- Zračni kisik napade aktivirana mesta na verigi maščobne kisline (C-atomi ob dvojni vezi) → nastane peroksid.
- Nastali peroksid razpade na proste radikale.
- Peroksidni radikal reagira z naslednjo nenasičeno molekulo in sproži reakcijo polimerizacije.

2. FAZA: rast molekule

- radikali so zelo reaktivni in napadajo nove molekule
- če ni kisika, reakcija ne teče
- ker molekule maščobnih kislin vsebujejo več dvojnih vezi, lahko pride do zamreženja

3. FAZA: zaključek

- Do zaključka pride, če radikali reagirajo med seboj.

SUŠENJE S SEVANJEM

Učinek je odvisen od dveh dejavnikov:

- Energije sevanja (energije fotona)
- Absorpcijskih lastnosti veziva.

Absorbirana energija lahko povzroči dva pojava:

- pretvori se v toplotno energijo
- sproži KE reakcije. KE reakcije lahko sproži le sevanje z dovolj visoko energijo; to pomeni valovne dolžine v območju UV žarkov ali krajše.

Sušenje z mikrovalovi

- imajo razmeroma nizko energijo, sušijo po FIZIKALNEM principu
- primerni so za sušenje snovi, ki vsebujejo polarna topila

Sušenje z IR žarki

- absorbirana energ. je v tem primeru prenizka, da bi sprožila KE reakcije, sušenje je FIZIKALNI
- Segrevanje povzroči:
 - manjšo viskoznost TB in pospešeno absorpcijo v porozni substrat
 - pospešeno reakcijo oksipolimerizacije
- Pogoji za učinkovito sušenje: sestava TB mora biti taka, da omogoča absorpcijo IR žarkov.
- Temperatura na odtisu: 45 - 50 °C
- Čas sušenja se z uporabo IR žarkov zmanjša za 75 %.
- Primer : Quickset TB
- Poznamo dve vrsti naprav za IR sušenje (USA/Eur)

Sušenje z UV žarki (UV sušenje)

- UV-A: $\lambda = 380 - 315 \text{ nm}$
- UV-B: $\lambda = 315 - 280 \text{ nm}$
- UV-C: $\lambda = 280 - 100 \text{ nm}$

UV žarki imajo dovolj visoko E, da povzročijo vzbujanje nekaterih molekul:

- nastanejo prosti radikali, ki so zelo reaktivni
- fotokemične reakcije vodijo do polimerizacije veziva (sušenja TB)
- reakcija je zelo hitra

Reakcija polimerizacije poteče v 4 fazah:

1) Nastanek prostih radikalov

- UV žarki učinkujejo na fotoiniciator, ki se razcepi na proste radikale
- fotoiniciator = spojina, ki za razcep na proste radikale potrebuje razmeroma malo E (npr. benzoin metil eter)

2) Inicijacija polimerizacije

- Nastali radikal napade molekulo veziva.
- Ta faza poteče zelo hitro.

3) Rast molekule

- Prosti radikali napadajo dvojne vezi v vinilnih ali akrilnih skupinah molekul veziva.
- Nastajajo novi prosti radikali, kar omogoča verižno reakcijo.

4) Zaključek

- Nekatere snovi učinkujejo kot inhibitorji: preprečijo nadaljevanje polimerizacije

Prednosti UV sušenja:

- okolju prijazno (ni uporabe strupenih topil)
- primerno tudi za materiale, pri katerih je absorpcija topil otežkočena (npr. plastika)
- hitro sušenje, možna takojšnja dodelava
- uporaba sredstev proti odmazovanju ni potrebna
- ne potrebujemo grelnih sušilnih agregatov
- ne pride do segrevanja substrata
- zelo dobra mehanska in toplotna obstojnost odtisov

Pomanjkljivosti UV sušenja:

- višja cena TB
- potrebujemo tehnično zahteven sušilni agregat
- dodatne zahteve glede varovanja
- značilen vonj
- kratka življenska doba UV svetilk

Sušenje z uporabo sevanja elektronov (EB sušenje) Elektroni, pospešeni pod vplivom delovanja visoke napetosti, imajo zelo veliko energijo → pozročijo nastanek prostih radikalov (fotoiniciator) ni potreben).

Prednosti EB sušenja:

- TB so bolj stabilne pri skladiščenju
- sušenje poteče v trenutku (tudi pri debelejših nanosih)
- topila niso prisotna
- ne pride do segrevanja substrata
- visoka mehanska in toplotna obstojnost.

Pomanjkljivosti EB sušenja:

- enota za sušenje mora vsebovati vir elektronov, ki je nameščen po širini tiskanega materiala
- nevarnost sevanja
- TB so drage
- zračni kisik deluje kot inhibitor, zato sušenje poteka v dušikovi atmosferi
- lahko pride do poškodb substrata → postopek je primeren za določene izdelke (živilska ind.)

DOPOLNILNE TEHNIKE SUŠENJA

- Cilj postopka sušenja: TB je trdno vezana na substrat
- Običajno je to rezultat dveh mehanizmov: absorpcije in oksipolimerizacije.
- V nekaterih primerih nastali film ni dovolj trden:
 - odmazovanje barvnega nanosa
 - zlepljenje posameznih listov (pol) med seboj.

To preprečimo z uporabo dopolnilnih tehnik sušenja:

Dopolnilne tehnike sušenja:

1) Nanos finega prahu

- Bela zrna velikosti 15 - 75 μm zagotovijo dovolj prostora med potiskanimi listi, da ne pride do zlepljenja.
- Omogočen je dostop kisika in dokončno sušenje (oksidolimerizacija).
- Uporabimo lahko sredstva mineralnega ali rastlinskega izvora.
- Nepravilen nanos lahko poslabša kvaliteto odtisov.

2) Nanos silikona**LAKI**

Lakiranje (premazovanje) se uporablja za:

- platnice knjig in revij
- nalepke
- različne brošure
- embalažo.

Namen lakiranja je predvsem:

- izboljšati videz izdelka, predvsem lesk
- zaščita izdelka pred mehanskim delovanjem (drgnjenje, praske)
- zaščita substrata pred prodiranjem plinov/tekočin
- zagotoviti optimalne lastnosti izdelka v fazi dodelave.

1. OPTIČNI UČINKI - LESK

- Z nanosom laka je možno doseči bistveno višji lesk kot s samimi TB.
- Lesk prispeva k boljšemu izgledu in višji ceni izdelka.
- Barve izdelkov z visokim leskom so videti bolj intenzivne.
- Vzrok: lesk je posledica svetlobe, zrcalno odbite s površine → odvisen je od strukture površine (gladkosti/ hrapavosti)

2. ZAŠČITA PRED DRGNJENJEM

- Pogosto imajo večji pomen kot izgled izdelka njegove mehanske lastnosti:
 - obstojnost proti drgnjenju
 - obstojnost proti praskam
 - obstojnost proti upogibanju.
- Zunanji vplivom so zlasti izpostavljeni izdelki kot so knjige in embalaža:
 - do poškodb lahko pride pri dodelavi ali transportu
 - praske so zlasti opazne na mestih, kjer je gostota obarvanja večja.
- Z uporabo ustreznega laka (premaza) je možno izboljšati obstojnost proti mehanskim vplivom.
- Praske so manj vidne na premazu kot na barvnem nanosu.

3. ODPORNOST PROTI RAZLIČNIM SNOVEM

- Preprečevanje navzemanja vlage
 - Primer: embalaža, nalepke, papirne vrečke
 - zaradi delovanja vlage se močno zmanjša trdnost izdelkov
 - z nanosom laka izdelkov lahko do določene mere preprečimo navzemanje vlage
 - zaščita je učinkovita le do določene stopnje
 - boljšo odpornost na vlago dosežemo z nanosi, ki prodrejo v notranjost substrata.
- Preprečevanje prehajanja vodne pare
 - pomembno je zlasti pri embaliranju določenih izdelkov (npr. piškoti, zmrznjena hrana)
 - premazi se lahko nanašajo tudi na notranjo stran embalaže
 - sestava: - zapora za vodno paro: sredstva na osnovi polivinilidenklorida
- Z različnimi premazi lahko dosežemo posebne učinke kot so:
 - manjše navzemanje umazanije (embalaža, nalepke)
 - manjše navzemanje maščobe in olj
 - manjša vnetljivost.

4. ZAGOTAVLJANJE OPTIMALNIH LASTNOSTI IZDELKA V FAZI DODELAVE

- Zelo pomembna lastnost v fazi dodelave je odpornost proti upogibanju oz. koeficient upogibanja.
- Običajno se koeficient upogibanja za potiskane površine razlikuje od vrednosti za napotiskane površine; z nanosom laka dosežemo enotne vrednosti.
- Rezultat:
 - enotne lastnosti materiala, večja kakovost izdelkov
 - lažji transport, ni težav pri nastavitvah strojev.

VRSTE LAKOV

Ločimo 4 večje skupine:

- 1) laki na oljni osnovi
- 2) laki na vodni osnovi
- 3) laki na osnovi topil
- 4) UV laki

1) Laki na oljni osnovi

- Lahko jih primerjamo z brezbarvnimi TB.
- Zahteve:
 - Premaz mora na površini izdelka oblikovati transparenten, brezbarven film.
 - Premaz mora biti nelepljiv in obstojen na mehanske vplive.
 - Nastanek filma (sušenje premaza) mora biti zaključen v dovolj kratkem času.
- Glavne sestavine:
 - Smole, rastlinska olja, mineralna olja.
 - Katalizatorji sušenja
 - Pomožna sredstva (voski)
- Sušenje poteka v 2 fazah
 - **Fizikalno sušenje:** absorpcija (makromolekule smol so porazdeljene v olju / molekule olja prodirajo v kapilare substrata / viskoznost preostalega nanosa se poveča)
 - **Kemijsko sušenje:** oksipolimerizacija poteka zamreženje makromolekul preko dvojnih vezi v prisotnosti kisika.
- Z laki na oljni osnovi lahko dosežemo:
 - Sijajen, briljanten videz
 - Posebne mat efekte
 - Boljšo obstojnost proti drgnjenju.
- Prednosti:
 - Združljivi z večino TB
 - Enostavna metoda nanosa
 - Premazana površina ostane dimenzijsko stabilna
 - Dobra elastičnost filma
- Pomanjkljivosti: – Nagnjeni k porumenitvi
 - Sušenje poteka počasi
 - Niso popolnoma brez vonja, lahko vplivajo na vonj in okus vsebine v embalaži.

2) Laki na vodni osnovi (disperzijski laki)

- Se vedno več uporabljajo.
- Glavne sestavine:
 - polimeri na bazi akrilnih in uretanskih smol
 - Hidrosoli
 - Pomožna sredstva: voski, sredstva proti penjenju, zamreževala
- Sušenje:
 - Poteka zelo hitro
 - Mehanizem: fizikalni (izhlapevanje vode)
- Za nanos se uporablja posebna enota, ki jo sestavlja nekaj zaporednih valjev.
- Prednosti:
 - hitro sušenje
 - brez vonja
 - niso nagnjeni k porumenitvi
 - premazi se mešajo z vodo → možno je redčenje in čiščenje z vodo
 - gladka površina izdelka
 - visok lesk
 - trden, elastičen film.
- Pomanjkljivosti:
 - Suh premaz se le s težavo odstrani
 - Materiali s površinsko maso pod 90 g/m² imajo lahko težave z dimenzijsko stabilnostjo
 - Težji nadzor količine nanosa
 - Pri nekaterih TB lahko pride do spremembe barvnega tona.
- Dosežemo lahko naslednje učinke:
 - Dobra zaščita proti drgnjenju
 - Visok lesk, svilen videz, mat efekt
 - Dobra drsna sposobnost površin
 - Odpornost na vroče lepljenje
 - Odpornost na globoko zamrzovanje
 - Fiksiranje metalnih TB.
- Učinkujejo tudi kot funkcionalni premazi:
 - Parfimirani premazi
 - Dvokomponentni premazi
 - Premazi za embaliranje s plastično folijo.

3) Laki na osnovi topil

- Sestavljajo jih smole, raztopljene v organskem topilu ("nitro" laki)
- Nastanek filma/ strjevanje poteče po izhlapevanju topila.
- Sušenje:
 - Enokomponentni laki: fizikalno (izhlapevanje topila)
 - Dvokomponentni laki: zamreženje se začne, ko je smoli dodan "utrjevalec"
- Se vedno manj uporabljajo (org. topila: toksična, kancerogena, vnetljiva).
- Dosežemo visok lesk, imajo dobro zaščitno sposobnost.

4) UV laki

- Glavne sestavine:
 - akrilni oligomeri: določajo viskoznost nanosa
 - akrilni polimeri: določajo trdnost, obstojnost, lesk
 - fotoiniciatorji zamreženja
- Pod vplivom UV sevanja tvorijo obstojen premaz.
- Ločimo dva tipa UV lakov:
 - premazi, ki mrežijo po mehanizmu radikalske polimerizacije
 - premazi, ki mrežijo po mehanizmu kationske polimerizacije.
- Prednosti UV lakov:
 - odlična obstojnost na drgnjenje idr. mehanske vplive
 - visok lesk.
- Pomanjkljivost: – potrebna je posebna oprema
 - višja cena izdelka.

Poleg glavnih učinkov lahko z lakiranjem dosežemo tudi posebne efekte:

- nanos kovinskih in bisernih pigmentov
- reliefne oznake (npr. Braillova pisava, izdelava tapet)
- točkovno premazovanje
- parfimirani premazi.

5) Laminati

- so termoplastični polimeri (PE, PP), ki se jih nanaša z ekstrudiranjem raztaljenega polimera.
- Na ta način se doseže: – največja zaščita
 - najvišji lesk
 - poveča se togost izdelka.
- Nanos laminatov se pogosto upor. za embalažo.
- Postopek ni odvisen od predhodnega tiskarskega procesa in uporabljene TB.

LEPILA

- Lepila so v uporabi že več tisoč let.
- Prva lepila so bila naravnega izvora (drevesna smola, škrob, naravna guma, živalska lepila).
- Sintetična lepila so začeli uporabljati po l.1940.
- Uporaba: lesna, avtomobilska, letalska industrija, knjigoveštvo, embalažerstvo
- Na področju grafične industrije so pomembna predvsem v fazi dodelave.

Osnovne zahteve za lastnosti lepil

Lepilo = snov, ki ima to lastnost, da poveže dve površini (dva lepljenca) med katerima se nahaja in je z njima v neposrednem stiku. Rezultat lepljenja je "sendvič" struktura, ki jo sestavljata obe površini ter vmesna plast lepila. Na učinkovitost lepljenja vplivajo 3 glavni dejavniki:

1. Stik med lepilom in lepljencem mora biti čim bližji.
2. Lepilo mora popolnoma omakati obe površini.
3. Ko je vez med lepilom in lepljencem vzpostavljena, se mora strditi in tvoriti trajno povezavo.

Tehnološke lastnosti lepil

Za industrijsko uporabo lepil je pomembna njegova ekonomičnost:

- Nizka cena lepila kot materiala
- Nizki stroški pri postopku nanašanja:
 - visoke proizvodne hitrosti (hitro sušenje)
 - enostavno nanašanje
 - enostavno čiščenje opreme.

1) Odprti čas

= čas od trenutka nanašanja lepila na površino lepljenca do stika z drugo površino.

- Po nanosu se viskoznost in lepljivost filma poveča, ne glede na vrsto lepila.
- Če se lepljenca povežeta pravočasno in se lepilo utrdi, je dosežena dobra povezava.
- Če pa je čas predolg, povezava ni zadovoljiva.

2) Začetna lepljivost mokrega sloja

- predstavlja začetno kohezivno jakost nanosa lepila predno pride do strjevanja.
- Lepljivost mora biti dovolj velika, da združi oba lepljenca, čeprav lepilo še ni suho (strjeno).
- ta lastnost opiše jakost lepila, preden se strdi.

3) Stiskanje – učinkovanje tlaka

- Ko obe površini prideta v stik, je potreben določen pritisk, da se po celotni površini vzpostavi molekularna povezava.
- Če je ena od površin porozna, se z naraščanjem tlaka poveča tudi hitrost strjevanja.

4) Čas strjevanja

- Jakost povezave je največja, ko je proces strjevanja zaključen.
- Mehanizem strjevanja je odvisen od vrste in sestave lepila.
- Strjevanje lahko vzbudimo/ pospešimo z:
 - uvajanjem toplega zraka
 - IR segrevanjem (uporabo vročih plošč)
 - delovanjem radijskih valov
 - delovanjem UV žarkov
 - delovanjem elektronskega sevanja.

VRSTE LEPIL GLEDE NA OBLIKOVANJE VEZI V FAZI STRJEVANJA

Ločimo 3 osnovne procese, ki vodijo do strjevanja lepil:

- Sušenje
- Taljenje
- Zamreženje.

1. SUŠEČA LEPILA

- Polimer je raztopljen/ dispergirani v tekočem nosilcu (voda/ organsko topilo).
- Tekoča faza odhlapi/ se absorbira, oblikuje se trdna vez.
- V nekaterih primerih je za dokončno oblikovanje povezave potrebno dodajati toplotno energijo.

a) Lepila na osnovi topil

- Vsebujejo polimere raztopljene v organskem topilu; z naraščanjem M polimera naraste njegova viskoznost, omakalne sposobnosti pa se zmanjšajo.
- V procesu sušenja topilo odhlapi, raztopina se zgosti in strdi.
- Lastnosti veznega materiala so enake tistim, ki jih ima izhodiščna snov (polimer).
- Z dodajanjem svežega lepila lahko povezavo ponovno raztopimo.

b) Lepila na vodni osnovi

- Delci polimera so suspendirani v vodi, tvorijo emulzijo, lahko pa so v vodi raztopljeni
- Tekom sušenja voda odhlapi/ se absorbira, polimerni delci se približajo; viskoznost filma se poveča in končno se strdi.
- Lepil na vodni osnovi ni mogoče naknadno raztapljati.

Hitrost sušenja sušečih lepil je odvisna od hitrosti absorpcije tekočine, ta pa od:

- viskoznosti lepila
- molekulskega privlaka
- strukture poroznega substrata

c) Lepila, občutljiva na pritisk (PSA)

- Spadajo v skupino sušečih lepil, vendar proces sušenja steče še predno sta lepljenca v stiku; pritisk je potreben, da je povezava med njima optimalna.
- uporaba; etikete, kuverte
- Vsebujejo polimere, ki imajo dolg interval lepljenja pred sušenjem (dolgotrajno lepljivost), zato imajo sposobnost odlepljenja in ponovnega lepljenja.
- Sestava: visoko viskozne tekočine, ki zelo počasi prodirajo v površino lepljenja.

2. TALJIVA LEPILA

- Povezava nastane pri strjevanju staljenega lepila zaradi ohlajanja.
- Osnovna sestavina: smole, voski in termoplasti ki se talijo pri $T = 100 - 250$ oC.
- Zahteve:
 - taljiva lepila morajo biti ustrezno tekoča
 - omakati morajo oba lepljenca
 - pri hitrem ohlajanju morajo tvoriti trdno vez.
- Viskoznost mora biti primerno nizka pri T uporabe (nanašanja); ko površini stisnemo skupaj, se mora hitro povečati (tekom ohlajanja).
- Uporaba:
 - grafična industrija
 - embalažna industrija
- Prednosti:
 - zelo velika sposobnost lepljenja
 - zelo hitro strjevanje → večja ekonomičnost
 - so termoplastična in reverzibilna → ni potrebno čiščenje opreme po uporabi
 - ne potrebujemo dodatne opreme za sušenje
 - ne vsebujejo vode/ topil, ki potrebujejo za izhlapevanje dovajanje energije → nižja poraba energije
 - ne vsebujejo organskih topil
 - dobro obstojna.
- Pomanjkljivosti:
 - ne moremo jih nanašati na toplotno občutljive materiale
 - so termoplastična, zato vez ni toplotno stabilna; nad določeno T pride do zmehčanja
 - pri zelo nizkih T vez postane krhka; to preprečimo z dodatkom plastifikatorjev
 - višja cena.
- V primerjavi s sušečimi ("klasičnimi") lepili, občutljivimi na pritisk, imajo določene prednosti:
 - Ne vsebujejo lahko hlapnih topil
 - Ne potrebujejo veliko energije za sušenje
 - V odpadnih vodah ni ostankov škodljivih snovi.

- Pomanjkljivosti:
 - Slaba odpornost na visoke T
 - Slabša odpornost na kemikalije
 - Slabša odpornost na UV žarke (dnevna svetloba!)

3. LEPILA, KI DELUJEJO NA OSNOVI ZAMREŽENJA

- So lepila, pri katerih strjevanje poteče kot posledice KE reakcije, ki vodi do zamreženja.
- KE spremembo oz. reakcijo lahko sprožimo na več načinov:
 - z mešanjem dveh ali več komponent
 - s segrevanjem
 - s spremembo pogojev v okolici.
- Nastanejo izredno močne vezi.
- Zamreženje z mešanjem dveh ali več komponent
- Zamreženje s segrevanjem
- Zamreženje zaradi delovanja vlage
- Zamreženje pod vplivom sevanja
 - Sevanje elektronov (EB):
 - energija snopa elektronov je mnogo večja od energije, potrebne za razcep vezi v molekuli
 - sevanje elektronov lahko absorbirajo vsi materiali, globina prodiranja pa je odvisna od gostote materiala in energije elektronov.
 - UV sevanje:
 - v tem primeru je energija nižja
 - za začetek reakcije je potreben *fotoiniciator*, ki pod vplivom absorbirane energije razpade na proste radikale, ki vstopajo v reakcijo z mono- ali polimeri.
- Zahteve za lepila, ki mrežijo pod vplivom sevanja:
 - začetna viskoznost mora biti dovolj visoka, da je dosežena dobra adhezija
 - če reakcija teče pravilno, je končni produkt reakcije zamreženja spojina z visoko M (pravilna izbira topila in predpolimera!)
- Prednosti lepil, ki mrežijo pod vplivom sevanja:
 - lepilo lahko nanesemo kot nizkomolekularno substanco, ki ima dobro sposobnost omakanja in adhezije.
 - zamreženje poteče v trenutku.
- Pomanjkljivosti: - lepila so razmeroma draga
 - vsaj eden od lepljencev mora biti prepusten za UV žarke
 - substrat ne sme biti preveč porozen, sicer lepilo prodira v notranjost prvega lepljenca še predno se združi z drugim lepljencem.
- UV lepila, občutljiva na pritisk
 - spojine na osnovi akrilatov z dodanim iniciatorjem
 - uretan - akrilati + iniciator
 - blok kopolimeri stirena

PRIMERJAVA OBLIKOVANJA LEPILNE VEZI ZA RAZLIČNE VRSTE LEPIL

- Lepila v obliki raztopin (dekstrini):
 - vežejo se predvsem z mehansko adhezijo
 - mehanizem sušenja = absorpcija; hitrost oblikovanja vezi je odvisna od tega, kako hitro topilo prodira v substrat
 - lepilni film med obema lepljencema doseže ustrezno jakost šele, ko je vsebnost suhe snovi 95 % → potreben čas: prbl. 40 sek.
- Lepila v obliki emulzij:
 - mehanizem sušenja: absorpcija vode v substrat; → to povzroči približevanje delcev in njihovo združevanje (ko je vsebnost suhe snovi 70 %) → vez je dokončno oblikovana, ko izhlapi/ se absorbira še preostalih 30 % topila
 - potreben čas: 20 sek.
- Taljiva lepila:
 - sposobnost najhitrejšega oblikovanja vezi (4 sek), ker ne vsebujejo topil/ vode, ki bi se morala odstraniti

VRSTE LEPIL GLEDE NA KEMIJSKO ZGRADBO

1) Akrilatna lepila

- Sestava: polimeri/ kopolimeri na bazi akrilatov, metakrilatov idr. komonomerov
- Substrati: papir, premazan karton, les, tekstil, Al, plastika
- Široko področje uporabe (lepilni trakovi, nalepke za večkratno lepljenje in zamrzovanje)

2) Živalska lepila

- izdelana so iz ekstraktov želatine živalskih kož in kosti
- v uporabi so kot gost gel ali granulati
- Substrati: papir, les, tekstil
- Uporaba: na področjih, ki zahtevajo visoko lepljivost (škafle, knjižni blok)
- Pomanjkljivosti: – v suhem, toplem okolju postanejo krhka
– slabo obstojna proti biodegradaciji

3) Kazein

= proteinska komponenta mleka

- Substrati: papir, les, tekstil, pločevina, steklo
- Uporaba: – industrija embalaže
– lepljenje etiket na kozarce, steklenice, pločevinke
- Pomanjkljivost: potrjen biodegradaciji

4) Škrob

- je naravni polisaharid ($C_6H_{10}O_5$)_n
- za izdelavo lepil se uporablja predvsem koruzni, krompirjev in pšenični škrob
- V vodi ni topen, kot neobdelana suspenzija nima lepilne sposobnosti; pridobi jo s segrevanjem škroba v vodi, ko nastane želatinasta pasta.
- Enostavne paste nimajo dobrih uporabnih lastnosti, zato škrobova lepila vsebujejo dodatke.
- Substrati: papir, les, tekstil
- Nemodificiran škrob se pogosto uporablja za izdelavo valovite lepenke (dobra adhezija, nizki stroški, možnost recikliranja)

5) Dekstrini

- Pridobivanje: z modifikacijo škroba (delna hidroliza pri $T = 250\text{ }^{\circ}\text{C}$ pod pritiskom)
- Glede na stopnjo hidrolize dobimo dekstrine v obliki paste ali vodne raztopine.
- Substrati: papir, tekstil, steklo
- Uporaba: – v knjigoveštvu
– industrija embalaže
- Pomanjkljivost: občutljivost na mikroorganizme
- Druge škrobe dobimo s kombinirano mehansko, toplotno in kemično obdelavo škroba.

6) Taljiva lepila:

kopolimeri etilena in vinilacetata

- Sestava:
 - Kopolimer etilen + vinilacetat: zagotavlja adhezijo
 - Smole: izboljšajo omakanje in lepljivost
 - Voski: zmanjšajo viskoznost
- Lepljenje se lahko izvaja v treh temperaturnih območjih:
 - $T = 100 - 120\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - $T = 140 - 160\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - $T = 160 - 180\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Substrati: papir, premazan karton, les, plastika, tekstil
- Uporaba: – Lepljenje katalogov in revij
– Hitro tekoče linije za lepljenje embalaže
- Pomanjkljivost: – Slaba toplotna obstojnost
– Slaba obstojnost na topila

7) Taljiva lepila: poliamidi

- V primerjavi z EVA:
 - Boljša obstojnost na lepila
 - Zapletena uporaba, ker v vročem pride do oksidacije
- Substrati: papir, les, tekstil, plastika, aluminij

8) Taljiva lepila: poliestri

- Imajo zelo dobro toplotno obstojnost → potrebna je visoka T nanašanja
- Talijo/ strjujejo se v ozkem temperaturnem območju → zelo kratek odprti čas
- So termoplastični.
- Uporaba: kjer se zahteva zelo dobra toplotna obstojnost in uporaba UV zamreženja ni možna
- Substrati: papir, tekstil, aluminij

9) Taljiva lepila na osnovi naravnih smol

- Pridobivanje: iz borovcev
- Lahko se uporabljajo samostojno ali v kombinaciji z EVA za izboljšanje kohezivnih lastnosti.
- Substrati: papir, pločevina, steklo
- Uporaba: etiketiranje kozarcev, pločevink
- Prednosti:
 - Nizka cena
 - Dobra adhezija do stekla in pločevine
- Pomanjkljivost: lepilni film lahko postane krhek.

10) Lepila na osnovi naravne gume (lateksa)

- So naravni elastomeri, ki tvorijo vez pri stiku → spadajo v skupino lepil, občutljivih na pritisk.
- Substrati: papir, celulozni filmi
- Uporaba:
 - Lepljenje ovojnic: premazani površini se pod pritiskom združita; vez je lahko trajna ali ne (možnost odlepljenja)
 - V kombinaciji z akrilnimi smolami tvorijo lepilno vez v hladnem → za embalaranje čokolade, piškotov v celulozni film.

11) Poliuretanska lepila

- lahko se uporabljajo kot lepila na vodni osnovi ali na osnovi topil ali kot taljiva lepila
- njihova raznolikost je posledica KE zgradbe: PUR nastanejo pri poliadiciji glikolov z diizocianati; ker v reakcijo vstopajo zelo različne spojine so tudi produkti raznoliki
- Mehanizem zamreženja PUR je različen:
 - Dvokomponentni sistemi
 - Enokomponentni sistem
 - Mreženje pod vplivom vlage
- Uporaba:
 - papir in folije za embalažo
 - lepljenje laminatov za embalaranje, kjer se zahteva dobra obstojnost proti toploti, mrazu, topilom, oljem, biodegradaciji
 - za lepljenje zapletenih knjižnih vezav.

12) Polivinilacetatna lepila

- sam PVAc je krhek, zato mu je potrebno za ustrezno elastičnost dodajati mehčala
- Uporaba:
 - v knjigoveštvu
 - v industriji embalaže (papir, karton, plastika)
- Substrati: papir, premazan karton, les, tekstil, plastika (delno), polistiren
- Prednosti:
 - nizka cena
 - hitro sušenje
- Pomanjkljivosti: - slaba toplotna obstojnost
 - slaba obstojnost na vodo.

13) Polivinilalkohol

- topen v vodi, lahko se uporablja v obliki raztopine
- po potrebi se dodajajo mineralna polnila, da se zveča vsebnost suhe snovi
- Substrati: papir, tekstil
- Prednosti:
 - visoka viskoznost in lepilna sposobnost
 - nizka cena
- Uporaba:
 - izdelava lepenke
 - stenske tapete
 - pošne znamke

14) Polivinilidenklorid

- nima posebno dobrih adhezivnih lastnosti, vendar zagotovi zelo učinkovito zaporo proti vodni pari in plinom
- Uporaba: za aseptično pakiranje

15) Blok kopolimeri stirena

- so zelo razširjeni kot lepila, občutljiva na pritisk.
- Strjevanje lahko poteka: - pod vplivom UV žarkov z zamreženjem
- brez zamreženja

MATERIALI V DIGITALNEM TISKU

DELITEV TEHNIK DIGITALNEGA TISKA:

- Elektrofotografija
- Ionografija
- Magnetografija
- Kapljični tisk (ink - jet)
- Termografija

Elektrofotografija

- Je trenutno glavna metoda elektronskega tiska.
- Princip: dvodimenzionalna podoba iz elekt. nabitih delcev se z razvijanjem pretvori v vidni vtis.
- Metoda je bila odkrita okrog 1930 (patent).
- sredi 70-ih let: laserski tiskalniki
- sredi 80-ih let: večbarvni laserski tisk

Nastanek slike poteka v več fazah:

1) Oblikovanje

- nabijanje fotoprevodne površine receptorja
- oblikovanje slike pod vplivom signalov iz svetlobnega vira

2) Nanos črnila

- nabite površine na fotoprevodniškem bobnu pritegnejo delce črnila oz. tonerja; na teh mestih slika postane vidna

3) Prenos črnila na papir (tiskanje)

- ob pritisku fotoprevodniškega bobna na papir in dovajanju ustrezne količine naboja s spodnje strani papirja se slika prenese na papir.

4) Fiksiranje tonerja

- pod vplivom ustrezne temperature in pritiska se delci tonerja vežejo na papir.

5) Čiščenje

- mehansko: krtače odstranijo prebitek tonerja
- električno: razelektritev.

PAPIR V ELEKTROFOTOGRAFIJI

Za kvaliteten odtis mora papir zpolnjevati določene zahteve.

1) Električna prevodnost papirja

- mora biti v ustreznem območju
- Če je previsoka: – naboj odteka prehitro, toner se ne prenese na papir
– toner se lahko porazdeli tudi ob straneh papirja
- Če je prenizka: – kopičenje naboja, zlepljenje papirja, mašenje
– toner se ne prenese popolnoma z valja na papir, ostanek povzroči nastanek motnih podob.

2) Vsebnost vlage

- Papir ne sme biti preveč hidrofoben.
- Vsebnost vlage vpliva na upornost: z naraščanjem vlage upornost eksponentno pada.
- Vlaga vpliva tudi na drgnjenje.

3) Dimenzijska stabilnost

- Papir mora imeti dobro dimenzijsko stabilnost, da prenese visoke T v fazi fiksiranja.
- Sicer lahko pride do zvijanja, mašenja papirja in nastanka razmazanih odtisov.

4) Površinske lastnosti papirja

- pogoj za adhezijo tonerja na papir je ujemanje glede površinsko kemijskih lastnosti
- površinska napetost papirja mora biti večja od površinske napetosti nosilne faze tonerja

5) Gladkost papirja

- Papir mora biti čim bolj gladek.

KAPLJIČNI TISK

- Črnilo (TB) se prenese neposredno na papir.
- Osnovni element upodobitve je kapljica
- Začetki tehnologije kapljičnega tiska: konec 19. stol.
- Hitrejši razvoj, komercialni pomen: v 60-ih letih 20. stol.

1) Kapljični tisk z neprekinjenim brizganjem (CS)

- Princip:
 - piezo kristal zagotovi neprekinjeno nastajanje kapljic črnila
 - glede na signal, posredovan z vzorčne predloge, se nekatere kapljice nabijejo
 - možni sta dve izvedbi tiskalnikov:
 - a) nabite kapljice potujejo na papir
 - b) nabite kapljice potujejo nazaj v zbiralnik, nenabite pa dosežejo papir.
- Značilnosti CS tehnologije:
 - hitrost izbrizgavanja: 106 kapljic/ s
 - premer kapljic: prbl. 20 μm
 - hitrost kapljic: prbl. 40 m/ s
- Področja uporabe:
 - naslavljanje, individualiziranje pošilk
 - kodiranje.

2) Kapljični tisk z brizganjem na zahtevo (DOD)

a) Termalni kapljični tisk (*Bubble jet*)

- Predstavlja najpogostejšo izvedbo DOD tehnologije.
- Princip:
 - grelni element, nameščen pod čnilom, je povezan z digitalno predlogo
 - pod vplivom signala se segreje
 - to sproži segrevanje črnila; nastane mehurček
 - zaradi povečanega volumna v šobi se iztisne kapljica
 - pred naslednjim ciklom se termoelement ohladi.
- Značilnosti DOD termalne tehnologije:
 - hitrost izbrizgavanja: do 104 kapljic/ s
 - premer kapljic: prbl. 35 μm

b) Piezo kapljični tisk

- Princip:
 - za šobo je nameščen piezoelektrični kristal, ki se razteza in krči v skladu s signalom, ki pride s predloge
 - nastanek kapljice je posledica pritiska, ki ga kristal povzroči na čnilo
- Poleg tekočih TB lahko uporabljamo tudi trdne TB, ki se pri temperaturi izbrizganja utekočinijo ("phase - change" ali "hot melt" TB)
- Značilnosti DOD piezo tehnologije
 - hitrost izbrizgavanja: 10-20 kHz
 - premer kapljice: prbl. 30 μm
- Področja uporabe DOD tehnologij:
 - pisarniška in domača uporaba
 - tisk večjih formatov.

ČRNILA ZA KAPLJIČNI TISK

- Pri razvoju kapljičnega tiska so imela črnila zelo pomembno vlogo.
- Izpolnjevati morajo številne zahteve, zato je sestava zelo zapletena.
- Črnila so rezultat intenzivnega raziskovalnega dela, zato:
 - natančna sestava pogosto ni poznana
 - se določena vrsta črnila najbolje ujema z določenim tiskalnikom in papirjem.

- Črnilo za kapljični tisk mora izpolnjevati naslednje zahteve:
 - stabilno oblikovanje kapljic
 - ne maši šob
 - dolgotrajna uporabnost
 - ne korodira strojnih delov
 - ekološko in toksikološko neoporečno
 - dobre lastnosti odtisov:
- hitra vpojnost
- enakomeren nanos
- visoka optična gostota
- obstojnost na vodo, svetlobo, drgnjenje.
- Zato so pomembne naslednje lastnosti črnila:
 - viskoznost in ostale reološke lastnosti
 - površinska napetost
 - prevodnost
 - hlapnost
 - velikost delcev.
- Sestava črnila za kapljični tisk
 - a) **BARVILO ALI PIGMENT** = nosilec obarvanja
 - predstavlja do 10 % črnila
 - v zadnjem času se vedno več uporabljajo pigmenti, ki imajo boljše svetlobne obstojnosti
 - barvila imajo boljšo topnost, zato obstaja manjša nevarnost mašenja šob
 - b) **VEZIVO**
 - Vloga:
 - veže barvilo/ pigment na substrat
 - zagotavlja lesk
 - zagotavlja odpornost proti drgnjenju
 - Zgradba: različni polimeri
 - c) **TOPILO (TEKOČA FAZA)**
 - zagotovi nizko viskoznost in prepreči sušenje črnila v šobi
 - V primerjavi sTB za ostale tehnike tiska so črnila za kapljični tisk zelo tekoča:
 - Na izbor topila vplivajo 3 glavni dejavniki:
 - nizka viskoznost
 - ekološka sprejemljivost
 - željene karakteristike sušenja.
 - Tekoča faza (topilo) v črnilu je najpogostejše:
 - a) Voda: - za CS in DOD termalno tehnologijo
 - b) Voda + alkohol/ dietilenglikol
 - c) Metiletilketon (MEK)
 - Tekoča faza za DOD piezo tehnologijo:
 - a) voda, olje
 - b) staljeni voski (za "hot melt" črnila)
- d) **ADITIVI**
 - za uravnavanje viskoznosti črnila
 - za uravnavanje adhezivne sposobnosti
 - za uravnavanje pH
 - za lažje dovajanje naboja (pri CS tehnologiji)
 - konzervansi
 - kompleksanti

KEMIJSKA ZGRADBA BARVIL IN PIGMENTOV

ČRNLA NA VODNI OSNOVI

1) ČRNA BARVILA (npr. CI Food Black 2, CI Direct Black154)

- vsebujejo več -SO₃H skupin → dobra topnost v vodi
- toksikološko neoporečna
- slabe mokre obstojnosti, se razmažejo
- nekatera trisazo barvila so termično nestabilna, zato lahko pride do mašenja šob.

2) RUMENA BARVILA

- izhajajo iz barvil v barvni fotografiji ali barvnem tisku revij
- npr. CI Direct Yellow 86 rdeče rumen / CI Direct Yellow 132 " / CI Acid Yellow 23

3) MAGENTA BARVILA

- CI Acid Red 52: - lep, modrikast ton - - slabe svetlobne obstojnosti (modra sk.: 1)
- CI Acid Red 249: nekoliko boljše svetlobne o. (modra sk.: 3)

4) CYAN BARVILA

- a) **Ftalocianinska:**
 - npr CI Direct Blue 199
 - živi toni, dobra obstojnost na svetlobo, toploto in kemikalije
 - enostavna, ekonomična izdelava
- b) **Trifenilmetanska:** - CI Acid Blue 9
 - živi toni
 - slabe svetlobne obstojnosti (modra sk.: 1-2)

ČRNLA NA OSNOVI TOPIL

- uporabljajo se predvsem v industrijske namene in za tisk na neporozne površine (kovina)

a) **Metiletil keton (MEK)**

- do nedavnega najbolj razširjeno topilo
- barvila: npr. CI Solvent Black 29

b) **Etanol** - barvilo: izpeljano iz strukture CI Direct Black 168

ČRNLA NA OSNOVI TALINE

- piezo tehnologija lahko uporablja tudi barvila, ki so pri sobni T trdna, pri višji T pa tekoča.
- Nosilec obarvanja = barvilo/ pigment
- Pogoji: mora biti topen v nosilni fazi (topilu), vosku ali smoli.
 - barvila (črna) : CI Solvent Black 35
 - pigmenti: - saje
 - Pigment Yellow 12
 - Pigment Red 57:1
 - Pigment Blue 15:3
- Razvoj črnih za kapljični tisk poteka v 3 smereh:
 - Vodotopna barvila za črnla na vodni osnovi
 - sistemi pigment - vezivo; možnost tiska na različne materiale
 - Izboljšave obstoječih sistemov → boljše mokre in svetlobne obstojnosti
- Zaenkrat so v rabi pretežno črnla na osnovi barvil:
 - širši barvni obseg, transparenca, enostavna uporaba
 - slabše svetlobne obstojnosti.

PAPIR ZA KAPLJIČNI TISK

- Črnla za kapljični tisk imajo zelo nizko viskoznost, zato je kakovost odtisa odvisna od lastnosti substrata. Pri tisku se lahko pojavijo različne težave:
 - črnilo se razliva
 - črnilo prodira pregloboko v notranjost
 - kapljice različnih barv se mešajo
 - zaradi visoke vsebnosti vode (90 - 95 %) substrat ni več dimenzijsko stabilen.

- Splošne zahteve:
 - dobra tiskovna prehodnost
 - ne povzroča poškodb tiskalnika
 - se ne praši, ne onesnažuje tiskalnika
 - kemična in fizikalna stabilnost
 - dimenzijska stabilnost
 - vodoodpornost
 - dovolj dobra opaciteta
 - primerna gladkost
 - omogočati mora enakomerno navzemanje črnih.
- Posebne zahteve:
 - dovolj velika gladkost, da se črnilo enakomerno porazdeli po površini
 - dovolj velika in enakomerna poroznost
 - črnilo se mora vezati blizu površine papirja, sicer odtis ni kakovosten (nižja optična gostota)
 - dobra dimenzijska stabilnost
 - čim večja trajnost
- Papirje za kapljični tisk glede na kakovost delimo na 3 skupine:
 - a) Najboljši papir z gramaturo $G = 80 - 200 \text{ g/ m}^2$
 - b) Srednje dober papir z gramaturo $G = 80 - 90 \text{ g/ m}^2$
 - c) Papir najnižje kakovosti

Termografija

- Direktna termografija
 - Substrat je obdelan s posebnim premazom, ki pod vplivom toplote spremeni barvo.
 - Toplota sproži KE reakcije, ki vodijo do nastanka barve
 - Uporaba: za označevanje, kodiranje, telefaks
- Termotransferna
 - Črnilo je shranjeno na nosilcu.
 - Vsebuje vosek ali smolo, ki se pod vplivom toplote in pritiska skupaj z barvilom/ pigmentom prenese na substrat.
- Termosublimacijska
 - Črnilo je shranjeno na nosilcu.
 - Vsebuje vosek/ smolo, ki se pod vplivom toplote stali in barvilo/ pigment lahko prehaja na substrat.
 - Papir mora biti obdelan s posebnim premazom, ki omogoča navzemanje barvila/ pigmenta.
- Lastnosti papirjev za termografijo:
 - zelo gladki, da je omogočen stik s premazom, ki nastopa kot nosilec barve
 - Dodani so posebni premazi, ki olajšajo migracijo črnih na papir