

**UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
KATEDRA POLYGRAFIE A FOTOFYZIKY**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2008

Bc. Adéla Netrvalová

**UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
KATEDRA POLYGRAFIE A FOTOFYZIKY**

**FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI
OFSETOVÝCH BAREV INKREDIBLE**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2008

Bc. Adéla Netrvalová

**UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
KATEDRA POLYGRAFIE A FOTOFYZIKY**



**FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI
OFSETOVÝCH BAREV INKREDIBLE**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor práce: Bc. Adéla Netrvalová

Vedoucí práce: prof. RNDr. Marie Kaplanová, CSc.

2008

**UNIVERSITY OF PARDUBICE
FACULTY OF CHEMICAL TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF GRAPHIC ARTS AND PHOTOPHYSICS**

**PHYSICAL PROPERTIES OF OFFSET
INKS INKREDIBLE**

THESIS

Author: Bc. Adéla Netrvalová

Supervisor: prof. RNDr. Marie Kaplanová, CSc.

2008

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Adéla NETRVALOVÁ**
Studijní program: **N3441 Polygrafie**
Studijní obor: **Polygrafie**

Název tématu: **Fyzikální vlastnosti ofsetových barev INKREDIBLE**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Na základě studia odborné literatury přehledně popište postupy používané při výrobě konvenčních ofsetových tiskových barev se zaměřením na úpravu a vlastnosti pigmentů v procesních barvách. Charakterizujte formulace procesních ofsetových tiskových barev a jejich modifikace s ohledem na potiskovaný materiál a výsledný vzhled tisku.
2. Specifikujte fyzikální vlastnosti tiskových barev (hustota, reologické vlastnosti, lepivost, povrchové napětí mokré a suché barvové vrstvy, emulgovatelnost, základní optické vlastnosti), postupy jejich stanovení a hodnoty těchto parametrů vymezených ISO normami.
3. V experimentální části práce proveďte srovnávací studii fyzikálních vlastností procesních barev Rapida a nově na trh firmou M. Huber CZ uvedené sady INKREDIBLE. Naměřené výsledky analyzujte se zaměřením na odlišnosti testovaných sad tiskových barev z hlediska jejich chování v průběhu tisku v archových ofsetových strojích.
4. Na základě získaných výsledků a teoretické studie zhodnoťte vlastnosti sady procesních barev INKREDIBLE a formulujte doporučení pro jejich aplikaci pro tisk v archových strojích.

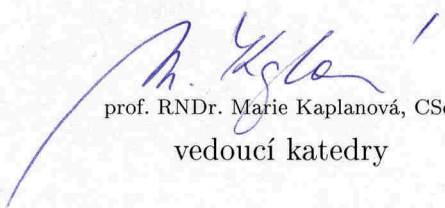
Rozsah grafických prací:
Rozsah pracovní zprávy:
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:

Vedoucí diplomové práce: **prof. RNDr. Marie Kaplanová, CSc.**
Katedra polygrafie a fotofyziky

Datum zadání diplomové práce: **3. ledna 2008**
Termín odevzdání diplomové práce: **9. května 2008**


prof. Ing. Petr Lošťák, DrSc.
děkan

L.S.


prof. RNDr. Marie Kaplanová, CSc.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 25. února 2008

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 09. 05. 2008

Bc. Adéla Netrvalová

Poděkování

Chtěla bych poděkovat paní prof. RNDr. Marii Kaplanové, za její pomoc při řešení této práce, panu Ing. Martinu Polákovi, za poskytnuté materiály a informace, mé rodině a přátelům za podporu a trpělivost.

SOUHRN

Cílem této práce bylo provést srovnávací studii fyzikálních vlastností nové sady konvenčních ofsetových tiskových barev Inkredibile řady Rapida od firmy Huber Group s jejich starší sadou HGT řady Rapid-A-More. Mezi hodnocené vlastnosti patří hustota, reologické vlastnosti, tixotropie, lepidivost, emulgovatelnost, povrchové napětí mokré a suché barvové vrstvy a základní optické vlastnosti.

Výše zmíněné vlastnosti byly hodnoceny z naměřených dat pomocí řady modelů. Reologické vlastnosti byly zpracovány podle Cassonova, Ostwaldova a Bulkley-Herschnelova modelu. Povrchové napětí bylo hodnoceno podle Owens-Wendtova modelu. Pro hodnocení některých fyzikálních vlastností (lepidivost, tixotropie) byly vytvořeny vlastní postupy hodnocení výsledků. Získané výsledky analyzují odlišnosti jednotlivých sad tiskových barev a specifikují jejich chování v průběhu tisku.

Klíčová slova: ofsetové tiskové barvy, reologické vlastnosti, povrchové napětí

SUMMARY

Purpose of this work was to compare physical properties of two generations of lithographic printing inks. First tested series were inks Inkredibile, which are a new line of inks from generation Rapida, manufactured by Huber Group company. The second tested ones were older inks HGT from generation Rapid-A-More. Observed properties were: volume weight, rheological properties, thixotrophy, tack, ink-water emulsification, surface tension of wet and dry ink layer and primary optical properties. Several models were used in the evaluation process. The rheological properties were processed by Casson, Ostwald and Bulkley-Herschnel model. For classification of surface tension Owens-Wendt model was used. New procedures were suggested to evaluate tack and thixotrophy properties. The results are discussed in context of inks behavior during the printing process.

Keywords: lithographic printing inks, rheological properties, surface tension

OBSAH

1	ÚVOD	9
2	TEORETICKÁ ČÁST.....	10
2.1	Tiskové barvy	10
2.2	Suroviny pro výrobu tiskových barev	10
2.2.1	Pigmenty a rozpustná barviva	10
2.2.2	Filmotvorné látky	11
2.2.3	Rozpouštědla	11
2.2.4	Speciální přísady (aditiva).....	12
2.3	Výroba tiskových barev	12
2.4	Ofsetové tiskové barvy	14
2.4.1	Pigmenty.....	14
2.4.2	Pojidla.....	17
2.4.3	Fyzikální vlastnosti	17
2.4.4	Rozpouštědla/ředidla	18
2.4.5	Aditiva/modifikace barev vzhledem k materiálu	18
2.5	Fyzikální vlastnosti tiskových barev	20
2.5.1	Hustota	20
2.5.2	Reologické vlastnosti	20
2.5.3	Zařízení pro měření viskozity a tokových křivek viskózních kapalin	25
2.5.4	Lepivost	27
2.5.5	Měření lepivosti.....	27
2.5.6	Povrchové napětí	28
2.5.7	Teorie pro výpočet povrchového napětí	30
2.5.8	Emulgace	33
2.6	Základní optické vlastnosti.....	34
2.6.1	Denzita	34
2.6.2	Atributy barev	34
2.6.3	Barvové prostory	35
2.6.4	Spektrofotometry, kolorimetry	36
2.6.5	Věrnost barev u ofsetového tisku	37
3	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	38
3.1	Experimentální materiály	38
3.2	Experimentální přístroje a metody	38
3.3	Vlastnosti tiskových barev	43
3.3.1	Hustota tiskových barev	43
3.3.2	Reologické vlastnosti tiskových barev	44
3.4	Vlastnosti emulzí tisková barva/vlhčící roztok	62
3.4.1	Měření parametrů kvality vody	62
3.4.2	Parametry vlhčícího roztoku	63
3.4.3	Emulgace tiskové barvy	67
3.4.4	Hustota emulgovaných tiskových barev.....	69
3.4.5	Reologické vlastnosti emulgovaných barev	70
3.5	Povrchové napětí	75
3.6	Optické vlastnosti tiskových barev.....	79
4	DISKUZE A ZÁVĚR.....	82
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:.....	87
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK:	88

1 ÚVOD

Konvenční ofsetové tiskové barvy Inkredibile jsou novou sadou barev určených pro archové ofsetové stroje, která byla uvedena na trh německou firmou Huber Group. Nahradila tak starší zavedenou sadu HGT. Tato sada je reakcí výrobců na zvyšování kvality ofsetového tisku a snaží se vyhovovat nárokům moderních tiskových strojů.

Cílem této práce je provést srovnávací studii procesních tiskových barev Inkredibile Rapida s jejich předchozí řadou HGT Rapid-A-More z pohledu fyzikálních vlastností. Do těchto vlastností je zahrnuto měření hustoty, reologických vlastností, lepivosti, tixotropie, povrchového napětí mokré a suché barvové vrstvy, emulgovatelnosti s různými typy vlhčících roztoků, a také základní optické vlastnosti srovnané s normou.

Barvy jsou zde zkoumány jako materiál, z jejichž vlastností lze usuzovat, jaké bude jejich chování v tiskovém stroji a jaké vlastnosti a tendence budou mít na potištěném substrátu. Z těchto získaných informací plyne také doporučení pro jejich aplikaci.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Tiskové barvy

Tisková barva je látka, která zprostředkovává přenos informace z tiskové formy na potiskovaný materiál. Obvykle se jedná o dvoufázovou disperzní soustavu. Pevnou dispergovanou fází jsou částice pigmentů a substrátů, kapalným dispergujícím prostředím je koloidní roztok filmotvorných látek (pryskyřic, olejů) ve směsi rozpouštědel a ředidel. Tiskové barvy se liší svým složením podle tiskové techniky, pro kterou jsou využity.

Dělení barev podle tiskové techniky:

- ofsetové,
- hlubotiskové,
- flexotiskové,
- knihtiskové,
- sítotiskové. [1]

2.2 Suroviny pro výrobu tiskových barev

Suroviny pro výrobu tiskových barev můžeme rozdělit do čtyř skupin:

- pigmenty a barviva,
- filmotvorné látky,
- rozpouštědla,
- speciální přísady (aditiva).

2.2.1 Pigmenty a rozpustná barviva

Pigmenty jsou barevné prášky, nerozpustné nebo téměř nerozpustné ve vodě nebo organických rozpouštědlech a pojivech. Dodávají tiskové barvě barevný odstín a případně i kryvost. Rozdělení je níže uvedeno v *Tab. 1*. Mezi anorganické pigmenty se dají zařadit také *substráty* (plnidla), které mají nepatrnou barvivost a nepatrnou kryvost, a pokud jsou přidány do barvy, zlepšují její tiskové schopnosti, případně slouží jako nosný podklad, na kterém se fixují organická barviva nebo pigmenty.

Barviva jsou barevné organické prášky, které jsou na rozdíl od pigmentů rozpustné. V barvě jsou nositeli jejího transparentního zabarvení.

Tab. 1. Přehled pigmentů a barviv [1]

PIGMENTY		BARVIVA rozpustná
ANORGANICKÉ	ORGANICKÉ	
Bílé: Zinková běloba Titanová běloba Litopon Blanc-fixe Hydroxid hlinitý Uhličitan vápenatý	Azopigmenty: Deriváty 2-naftolu Deriváty naftolů Deriváty acetoacetarylidu Deriváty pyrazolu	v lihu v esterech v olejích v mastných kyselinách
Černé: Saze, Uhlíkaté černě	Polycyklické a ostatní pigmenty: Ftalocyaniny; Antrachinony, Chinakridony Dioaziny, Peryleny, Fanálové laky	
Pestré: Chromová žlut', oranž, červeně Berlínská modř		
Kovové: bronz	Fluorescenční	

2.2.2 Filmotvorné látky

Jsou to látky, které umožňují přenos barvy na potiskovaný materiál a vytvoří na něm tenký po zaschnutí nelepivý film, který je dostatečně pružný s dobrou adhezí. Jsou na ně kladeny vysoké požadavky, musí být snadno rozpustné v rozpouštědlech a zároveň při odpařování musí dovolit rozpouštědлу bezzbytku vytékat.

Ve výrobě tiskových barev se filmotvorné látky uplatňují buď samotné nebo v roztocích. To znamená, že filmotvorná látka je buď současně pojídkem nebo pouze částí pojídla. Pojídlem je filmotvorná látka např. při použití vysychavých olejů nebo při použití pryskyřic a vosků pro tisk za tepla. Pojivem je např. pryskyřice, rozpuštěná v rozpouštědle.

Tab. 2. Typy filmotvorných látek [1]

Rostlinné oleje (vysychavé oleje)	Přírodní pryskyřice a asfalty	Zušlechtěné pryskyřice na bázi kalafuny	Syntetické pryskyřice
Lněný olej Tungový olej Sojový olej Ricinový olej	Kalafuna (balzámová, kořenová, tallová) Asfalty	Tvrzená kalafuna Estery kalafuny Maleinátové pryskyřice Modifikované fenolické pryskyřice	Alkydové pryskyřice Deriváty celulózy Cyklizovaný kaučuk Chlorkaučuk Kumaronové pryskyřice Polyamidové pryskyřice Polyakryláty Polyuretany

2.2.3 Rozpouštědla

Jejich úkolem je rozpouštět filmotvornou látku a vytvářet tak pojivo, ze kterého musí rozpouštědlo při tisku rychle vyprchat. Nejčastěji bývá rozpouštědlem snadno těkající kapalina, ale nemusí to být pravidlem.

Rozpouštědlo by mělo bez problémů za pokojové teploty rozpouštět filmotvornou látku. Po nanesení barvy na substrát by mělo rychle vyprchat nebo se vsáknout do povrchu substrátu. Odpaření rozpouštědla je podporováno zvýšenou teplotou, tato schopnost dovoluje barvám, že za pokojové teploty tak rychle nezasychají, ale velmi rychle zasychají za teploty zvýšené. Protože odpařené rozpouštědlo volně uniká do ovzduší, je nutná jeho zdravotní nezávadnost. Rozpouštědlo také nesmí narušovat povrch tiskové formy.

Tab. 3. Typy rozpouštědel [1]

Alkoholy	Ketony	Estery	Alifatické uhlovodíky	Aromatické uhlovodíky	Glykoly a jejich deriváty	Různá
Methylalkohol Ethylalkohol Izopropylalkohol ...	Aceton Methyl-ethylketon ...	Methyl-acetát Ethylacetát ...	Benzín Petrolej ...	Benzen Toluen Xylen ...	Glykol Methylglykol Ethylglykolacetát	Terpentýn Minerální olej Voda ...

2.2.4 Speciální přísady (aditiva)

V tiskových barvách je užita řada dalších surovin, které jsou zde zastoupeny v malém podílu, ale přesto výrazně zlepšují vlastnosti tiskových barev:

Vosky a parafíny, které se do barev přidávají aby zvýšily odolnost proti oděru. Zvyšují tak mechanickou odolnost zaschlého tisku a slouží jako prostředek zabraňující obtahování na čerstvém tisku. Zkracují vlákno tiskové barvy a snižují tak její lepivost. Zvyšují lesk vytištěné vrstvy a způsobují lepší odpuzování vody od povrchu tisku. Pokud barva obsahuje vysoké množství vosků, zhorší se tečení, a tím i přenos tiskové barvy.

Sušidla, která urychlují proces sušení barvové vrstvy, fungují jako katalyzátor oxidace s vysychavými oleji.

Antioxidanty, reagují s volnými radikály, a tím zlepšují skladovatelnost tiskových barev. Zlepšují také stabilitu barev při tisku.

Smáčedla zlepšují vlastnosti mezifázového rozhraní na povrchu pigmentu a vytlačují tak vzduch. Zlepšují tak smáčení a dispergaci pigmentů.

Odpěňovače působí jako rozpouštědla tenzidů obsažených ve smáčedlech. Nevýhodou je tvorba pěny.

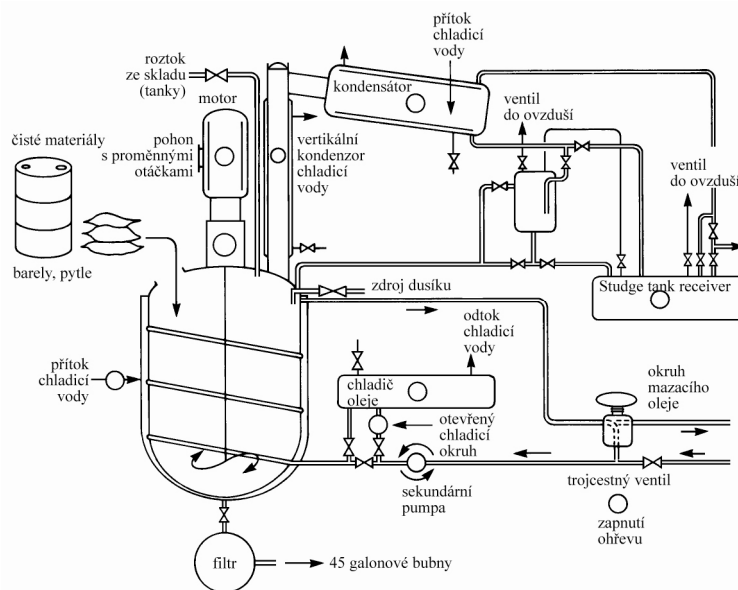
Deodoranty a reodoranty potlačují nežádoucí zápach. [1] [2] [3]

2.3 Výroba tiskových barev

Výroba tiskových barev je systematicky rozdělena do několika úseků:

- varna,
- mísírna,
- tírna,
- homogenizace,
- plnárna.

Ve *varně* se vyrábí pojivo jako polotovar pro výrobu tiskové barvy. Většinu strojního vybavení tvoří reaktory, kotle a nádrže s míchadly o kapacitě až 5 tun, kde je prováděna chemická syntéza za zvýšené teploty pomocí naftových tepelných výměníků nebo na starších typech přímým ohřevem plynnými palivy. Je dosaženo poměrně vysoké teploty (120–260 °C). Tyto procesy jsou softwarově kontrolovány. V této části výrobního procesu se svařují a zahušťují oleje s pryskyřicemi nebo asfalty. Vznikají tak olejové nebo asfaltové laky, alkydové pryskyřice, zušlechtěné kalafunové pryskyřice. Protože je většina barev formulována tak, že zasychá oxidačně, musí veškerá výroba probíhat bez přístupu vzduchu. Často se používá dusíková atmosféra. Do aparatury je často zařazen kondenzátor, čímž se předchází ztrátám vydestilované kapaliny a rozpouštědla.

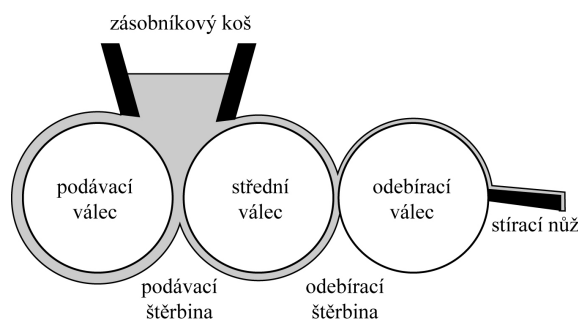


Obr. 1. Schéma výrobního procesu ve varně [3]

Mísirna slouží k přípravě laků a ředidel mísením a rozpouštěním surovin za normální pokojové teploty nebo teploty, která nepřekročí bod varu použitého rozpouštědla. Děje se tak v rozpouštěcích nádržích, což jsou válcové nádoby opatřené víkem, rychlomíchadlem a vyhřívanou spirálou. Tento proces je zakončen filtračními zařízeními, kde je nutné se zbavit nerozpuštěných a cizích součástí. To se děje procesem sedimentace, odstředování nebo filtrace. Používají se hlavně odstředivky nebo ultracentrifugy; nejčastěji však filtrace přes filtrační vložky s různě definovanou velikostí pórů.

Tírna je vybavena dispergačním zařízením k vytvoření disperzní směsi pigmentu a pojiva. Z hlediska výrobního procesu se skládá z dílčích operací jako je hnětení (předmíchání, předdispergace), kdy vznikne hrubá disperze (pasta, těsto); v tomto procesu je pigment hlavně smáčen a částečně i desaglomerován. Předdispergace se provádí v dissolverech asi 20–25 minut. Dissolvery jsou rychloběžná zařízení s obvodovou rychlostí 1500 m/min.

Tření zahrnuje především desaglomeraci z části také homogenizaci. Volba dispergačních zařízení je odvislá od typu tiskových barev. Ofsetové barvy se zpracovávají na tříválcových třecích zařízeních. Pasta prochází štěrbinou mezi válci, kde dochází k silnému dispergačnímu účinku. Částice pigmentu jsou ve velmi krátké době vystaveny prudkému zrychlení a tlaku, který po průběhu částic štěrbinou poklesne. Válce se otáčejí různou rychlostí a v opačných směrech. Poměr frekvence otáčení je 1:3:9.



Obr. 2. Tříválcové třecí zařízení [2]

Homogenizace probíhá v dokončovacích nádržích, kam se k pigmentové pastě přidávají pojidla, ředidla a další aditiva, která určují konečnou konzistenci a vlastnosti tiskové barvy dle požadované receptury. Jedná se již o jemné dispergování koncentrované pasty ve zbývajícím množství pojiva tak, aby vznikla homogenní látka.

V *plnírně* je vzniklá barva plněna do připravených nádob o různém objemu a připravena k transportu a tisku do tiskáren. [1] [2] [3]

2.4 Ofsetové tiskové barvy

Ofset jako tisková technika má jisté požadavky na chemické i fyzikální vlastnosti tiskových barev. Tyto vlastnosti jsou odvislé od typických produktů, které jsou tištěny ofsetem, a také od potiskovaného substrátu.

2.4.1 Pigmenty

Ofsetem se nanáší na substrát nejmenší tloušťka tiskové barvy oproti ostatním technologiím (1–3 μm). Aby jeho výsledky byly srovnatelné s jinými technikami, jsou ofsetové barvy vyvinuty tak, aby při nižší tloušťce barvy dosáhly stejného barevného efektu jako jiné techniky. Z tohoto důvodu je kladen silný důraz na použité pigmenty. Vzhledem k tenkému nánosu tiskové barvy je nutné, aby pigmenty byly co nejmenší a velmi dobře dispergovány do pojiva. Pigmenty by také měly být odolné vůči vlhčicímu roztoku, který je v dnešní době na vodné bázi, ale bývá do něho často přidán i podíl alkoholu (IPA).

Při tisku tónových obrazců je důležité brát v úvahu také vrstvení barev na sebe, a to buď mokrá do mokré nebo mokrá do suché. Pro tisk plakátů, ale i obalů je důležité, aby barvy byly světlostálé. Proto se používají takové pigmenty, které by měly tuto vlastnost splňovat. Nepříjemnou vadou pak bývá blednutí nebo posun barevného odstínu. Výběr pigmentů (vhodných barev pro tisk) závisí také na druhu zboží pro které je obal určen, protože při skladování je možné obzvláště u kosmetických nebo chemických prostředků pro domácnost zaznamenat reakci s produktem v obalu změnu barevnosti. Je důležité vzít také v úvahu další zpracování laminací nebo lakováním, aby i tyto prostředky byly v souladu s použitou barvou a zamezilo se neočekávaným změnám barevnosti. [3]

Tab. 4. Nejvýznamnější typy pigmentů, které vyhovují základním požadavkům ofsetového tisku pro procesní barvy (čtyřbarevný autotypický tisk) [3]:

	Používané pigmenty	Používané varianty
žlutá	CI Pigment Yellows 12. a 13.	CI Pigment Yellow 17 CI Pigment Yellow 1, 3 a 5 (mají nízkou odolnost proti mýdlům a světlostálost)
purpurová	CI Pigment Red 57:1	CI Pigment Red 2.; CI Pigment Red 4.; CI Pigment Red 48.2.; CI Pigment Red 3.1.; CI Pigment Red 81.
azurová	CI Pigment Blue 15:3	CI Pigment Blue 1. CI Pigment Blue 15. a 15.1 CI Pigment Blue 27. (Iron Blue) je užíváný, ale obtížně dispergovatelný
černá	CI Pigment Black 7 (často tónován CI Pigment Blue 18)	–

Výrobní úkony při přípravě pigmentů

Minerály a horniny, ze kterých se pigment získává, jsou nejprve na hrubo drceny v mechanických drtičích. Průměrná velikost rozmělněných částic bývá větší než 1 mm. Následuje mletí, kde se velikost zrna zmenší. Podle velikosti pigmentových částic rozlišujeme tři stupně:

- hrubé částice s velikostí nad 60 μm ,
- střední částice s velikostí 10–60 μm ,
- jemné částice s velikostí pod 10 μm .

Za optimální se považuje jemnost 0,5–3 μm . Mletí probíhá za sucha nebo za mokra. Pulverisace (práškování) je způsob mletí za sucha. Tento proces probíhá v mlecích strojích, kde částice prochází těsnou štěrbinou pod tlakem. Třecí plochy bývají často rýhované nebo zdršňovány. Za mokra se používají kulové mlýny, jedná se o duté válce s vodorovnou hřídelí, naplněnými do 1/3 kuličkami nebo válečky. Mikronisace je zvláštní druh mletí, za působení vysokotlaké páry. Pára vrhá částičky vysokou silou proti soustavě kovových překážek. V mikronisátorech se dosahuje velikosti pod 0,5 μm .

Takto zpracované částice nejsou stejně veliké, a proto je nutné třídění. Třídí se plavením, kdy hrubé částice sedimentují a jemné jsou unášeny proudem vody nebo flotací, která využívá rozdílné smáčivosti jednotlivých částic. Přídavkem vhodného smáčedla vzniká pěna, která vynáší na hladinu částičky obalené vrstvičkou smáčedla. Další možnosti jsou třídění vzdušným proudem, proséváním, srážením nebo filtrací.

Sušení pigmentů je náročný proces, musí být vhodně zvolena optimální teplota sušení, protože za příliš vysoké teploty dochází ke spékání, případně i ke změně barevného odstínu pigmentu. Proto se suší pozvolna při mírné teplotě. Současně je vrstva sušeného pigmentu mechanicky natřásána a míchána což podporuje stejnoměrné prosušení.

Některé druhy pigmentů jsou kalcinovány za vysoké teploty, kdy dochází k chemickým změnám (oxidace, redukce), dehydrataci, ale i změně velikosti částic. Kalcinace se provádí ve speciálních pecích.

Saze se vyrábí tzv. karbonizací, což je nedokonalé spalování organických látek a vylučování produktů ochlazením.

Nejjemnější částice pigmentu lze získat spalováním. Mokřým srážením se získávají velmi jemné pigmenty, ale při sušení se většinou vytváří shluky, které se musí znovu pracně rozmělnovat. [4]

Flushové pigmenty, chipy

Běžná výroba probíhá dehydratací vodné disperze pigmentů za zvýšené teploty. Při tomto procesu se drobné částičky pigmentů shlukují a dochází k tzv. druhotné aglomeraci. Po tomto procesu následuje mletí, které má tyto shluky rozrušit a vrátit pigmentům jejich původní velikost. Čím je pigment menší, tím je totiž barevně vydatnější a má čistší barevný odstín. Ve většině případů jsou vzniklé aglomeráty tak pevné, že jejich rozrušení je poměrně obtížné.

Flushováním lze zabránit vytváření druhotných aglomerátů. Principem je přidání oleje nebo jiného vhodného pojidla do vodné disperze pigmentu, což způsobí vytěsnění vody, která se odstraní. Přidané pojidlo obalí částičky pigmentu, a tím jim zabrání ve shlukování. Velikost částiček je proto zachována, a tím i vydatnost a čistota pigmentu.

Flushování je jednou z možných variant usnadňujících zpracování pigmentů. Dnes bývá často modifikován také povrch pigmentu, což usnadňuje smáčení pigmentu a urychluje jeho dispergaci v pojidlech. Alternativní metodou výroby tiskových barev je použití pigmentových chipů, což jsou látky, které kromě pigmentů obsahují i nitrocelulózu v drobné šupinkové

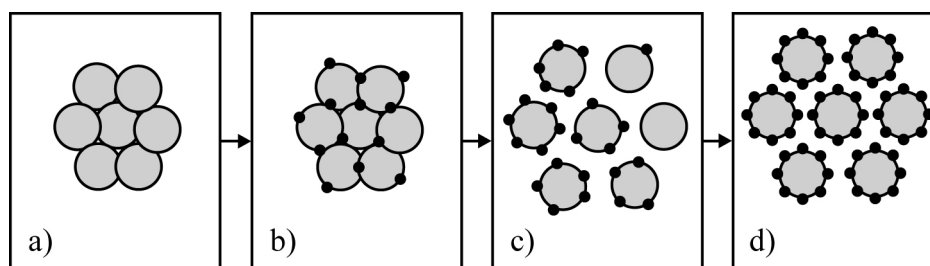
úpravě a zvláčňovadla potřebná k vytvoření filmu. Takto upravené pigmenty urychlují dispergaci a je možnost použít místo kulových mlýnů pouze míchačky.

Tyto pigmenty podporují vydatnost barvy, čistotu odstínu a zvyšují lesk barvy a to při stejném obsahu pigmentů. [1]

Hyperkoncentrovaná pigmentová disperze.

Jedná se o novou technologii pro tiskové barvy. Proces dispergace patří mezi časově náročné fáze při výrobě tiskových barev. Proto je ideální, aby již dispergovaný pigment byl předem připraven v tancích. Hlavní podmínkou, jak realizovat tuto novou metodu je zajistit dokonalé smáčení pigmentu a hlavně jeho stabilizaci v disperzi. Za tímto účelem se přidává tzv. hyperdisperzant. Pigment musí mít vhodný povrchový náboj a kombinace s vhodným hyperdisperzantem s opačným nábojem bude vést ke smáčení. Disperze se tak stane stabilní a pohotově čerpatelnou. Pigmentové pasty mají obsah pigmentu 50–65 %. Tato technologie umožňuje zlevnění a zrychlení výrobního procesu tiskové barvy.

Na fyzikálně-chemický proces smáčení by měl být dostatek času, aby se molekuly přesunuly do pozice před působením smykové síly. [3]



Obr. 3. Dispergace pigmentu
a) pigment; b) smáčení; c) dispergace; d) stabilizace

Povrchové vlastnosti pigmentů

Smáčivost je vlastnost, která vyjadřuje afinitu pigmentu k danému kapalnému prostředí. Na této vlastnosti závisí stabilita celé disperze. Závisí na vlastnostech obou fází; na pigmentu jako části dispergované a pojidle jako dispergující části. Čím menší je rozdíl v polárnosti obou fází, tím těsnější a stabilnější je disperze. Proto rozlišujeme dva typy pigmentů:

- hydrofilní, které jsou smáčené polárními kapalinami (voda),
- hydrofóbní, smáčené nepolárními kapalinami.

Pigmenty jsou tvořeny agregáty, které jsou složeny se vzájemně splynutých primárních částic. Se zvětšující se velikostí částic se snižuje povrchová plocha pigmentu. Agregáty drží pohromadě van der Waalsovy síly, které se zvyšují s množstvím přibývajících primárních částic. Van der Waalsovy síly jsou relativně slabé a mohou být překonány dispergačním procesem. K reaglomeraci dojde pokud se disperze nestabilizuje.

Dvě nejčastější metody užívané ke stabilizaci disperzí jsou sterická stabilizace a nábojová stabilizace.

Pro *sterickou stabilizaci* jsou používána dispergovadla a pryskyřice. Část polymeru je silně adsorbována na povrchu pigmentu a druhá část ve formě smyček a volných řetězců směřuje do média. Pokud je pigmentová částice dostatečně pokryta, jsou generovány dostatečně odpuzivé síly, které jsou schopny překonat van der Waalsovy síly.

Nábojová stabilizace (kationtová nebo aniontová) je uskutečněna pomocí náboje přítomného na povrchu pigmentu. Neutralizací tohoto náboje a soustředěním opačně nabitých iontů, které se s přibývajícím vzdáleností od povrchu částice snižují, je vybudována okolo pigmentu elektrická dvojrstva náboje. Dvě částice se k sobě navzájem přiblíží, difusní elektrické dvojrstvy vzájemně proniknou a výsledkem je odpudivá síla. Její velikost se se zvyšující vzdáleností částic snižuje, a může tak překonat van der Waalsovy síly. Stabilizace pomocí náboje se může vyskytovat v obou systémech, jak rozpouštědlovém, tak na vodní bázi. [5]

2.4.2 Pojidla

Pojidla musí splňovat několik požadavků:

- rozpustnost ve slabých rozpouštědlech,
- řízená snášenlivost s vodou, tzn. nesmí být mísitelné s vodou, ani jí nesmí úplně odpuzovat,
- soudržnost, při použití slabého rozpouštědla,
- nízké povrchové napětí.

Je pouze malá skupina filmotvorných látek splňující tyto požadavky. Můžeme je rozdělit na modifikované estery kalafuny a modifikované uhlíkové skupiny pryskyřic.

Používají se také vysychavé oleje (lněný a sojový olej), které jsou modifikovány. Je snaha rozšířit tuto omezenou řadu používaných látek, např. o akrylové pryskyřice kompatibilní s oleji.

Jednu z mála vlastností, které lze změnit je rozpustnost nebo kompatibilita pryskyřice s rozpouštědlem. Pryskyřice s dobrou rozpustností zlepšuje stabilitu barvy a napomáhá rychlému vzestupu a ustálení viskozity.

Rostlinné oleje a alkydy mají solubilizační vliv na tvrdé pryskyřice v olejem modifikovaných pryskyřicích. Vysokým obsahem rostlinných olejů nebo alkydů lze zlepšit lesk barvy.

Pojiva mohou být ovlivněna výrobou, volbou surovin a jejich poměry. Tohoto účinku je využito při výrobě tzv. předvařených fermeží. Tvrzená pryskyřice a vysychavé oleje jsou společně zahřáty na teplotu v rozsahu 220–240 °C. Vhodně modifikovaný kalafunový ester vstoupí do chemické reakce, kde se ester vymění s rostlinným olejem. Tato reakce je modifikována snášenlivostí pryskyřice s olejem.

Kombinací modifikovaného kalafunového esteru a upravené uhlovodíkové pryskyřice v přesných proporcích je možné dosáhnout přesnou toleranční přijímatost vody, a tak řídit emulgaci s minimálním dopadem na přenos a distribuci barvy. [3]

2.4.3 Fyzikální vlastnosti

Požadovaná viskozita může být regulována obsahem sušiny v pojidlech. Oxidační sušení může být ovlivněno změnou obsahu vysychavého oleje. Příliš nízký obsah sušiny v pryskyřicích může způsobit nedostatečnou tvrdost barvového filmu po usušení. Důležité je také množství tekuté části, která zajišťuje smáčení pigmentů. Pokud je jí málo, pigmenty jsou hůře smáčeny. Snižuje se tak dispergace pigment a barva bude mít nepřijatelné reologické parametry pro tisk – vysokou viskozitu a mez tečení a nadměrnou tixotropii.

Správný výběr surovin a formulace složení může zajistit vznik barvy o požadované viskozitě, která bude zabezpečovat dobré smáčení pigmentu a vhodnou tvrdost barvového filmu. Často je obtížné dosáhnout vhodné rovnováhy mezi viskozitou a lepivostí.

Ofsetové barvy jsou založeny výhradně na tvrdých pryskyřicích, olejích, alkydech a rozpouštědlech. U barev s příliš vysokou lepivostí zajišťují optimální viskozitu.

Snižování lepivosti rozpouštědlem nebo rostlinným olejem způsobuje vznik nízkoviskózní látky a může vést k vyšší emulgaci a špatnému přenosu tiskové barvy. [3]

2.4.4 Rozpouštědla/ředidla

Těkavost rozpouštědel omezuje formulaci ofsetových tiskových barev. Používají se vysokovroucí ropné destiláty, které mají slabou rozpouštěcí schopnost, proto se přistupuje v malých množstvích k silnějším rozpouštědlům (přemostující rozpouštědla), obsahujícím funkční skupiny esterů a alkoholů, které zlepšují zasychání, stabilitu a lesk tiskové barvy. Ofsetová barva obsahuje asi 2 % těchto rozpouštědel, zatímco obsah ropných destilátů může být v rozsahu 20–50 %. Ropné destiláty jsou proto hlavní složkou pro rychleschnoucí barvy. Ropné frakce mají dvě primární vlastnosti:

Teplota varu:

240–260 °C	Heatset,
260–290 °C	Pomalý heatset/velmi rychlý quickset,
280–320 °C	Quickset.

Obsah volně odpařitelných aromátů:

konvenční rozpouštědlo	nad 15 %	nejvyšší rozpouštěcí schopnost,
nízký obsah uhlovodíků	5–6 %	střední rozpouštěcí schopnost,
nulový obsah uhlovodíků	0–1 %	nízká rozpouštěcí schopnost.

Moderní vývoj pryskyřic činí stále více přijatelnější použití destilátů s nízkým nebo žádným obsahem uhlovodíků. Výhodou často bývá rychlejší ustavení rovnováhy emulze. Barvy mají nižší zápach a jsou pak vhodné zejména pro potisk obalů pro potraviny. Obsah volně odpařitelných aromátů má také obrovský vliv na schnutí barvové vrstvy. [3]

2.4.5 Aditiva/modifikace barev vzhledem k materiálu

Do ofsetových barev se také přidává malé množství aditiv, které mají vliv na výsledný vzhled tisku nebo mohou modifikovat vlastnosti vzhledem k potiskovanému substrátu.

Hlavní přísady jsou:

- sušidla,
- vosky,
- antioxidanty,
- látky snižující obtahování,
- ofsetová aditiva,
- aditiva modifikující reologické vlastnosti.

Sušidla

Oxypolymerace vysychavých olejů a modifikovaných alkydů se urychluje začleněním malého množství jejich kovových sloučenin do struktury. Fungují jako katalyzátory, jsou založeny hlavně na přechodových kovech (Co^{2+} , Co^{3+} , Mn) a jsou schopny existovat v různých oxidačních stavech. Urychlují schnutí a kvalitnější sesíťování vrstvy barvového filmu.

Vosky

Vosky jsou důležitou součástí ofsetových tiskových barev, zajišťují odolnost proti oděru, a zlepšují povrchové vlastnosti barvové vrstvy, její kluznost i lesk.

Nejvýznamnější druhy vosků přidávaných do moderních ofsetových barev jsou polyethylen (PE), který zvyšuje odolnost proti oděru a polytetrafluoroethylen (PTFE), pro lepší kluznost. Důležité je určit takový poměr, aby byly zaručeny obě tyto vlastnosti. Nízký bod tání podporuje kluznost, ale důsledkem je nižší oděrovzdornost.

Vosky zvyšují hlavně odolnost barvového filmu. Mají totiž poměrně velké částice, které vyčnívají nad povrch barvové vrstvy, a tím způsobují lepší odolnost proti oděru a kluznost povrchu. Jejich nevýhoda se projevuje u vícebarevného tisku, kde se jednotlivé barvy tisknou přes sebe. Pokud barvy obsahují větší podíl vosků, tak jsou na sebe špatně přijímány, zhoršuje se také lesk barvové vrstvy. Zmenšení částic vosku v barvě zaručí lepší soutisk a zamezí separaci vosku z barvové vrstvy. Volba vosků je závislá na potiskovaném substrátu.

Matně křídový papír a karton mají matný povrch, který je dosažen nánosem uhličitanu vápenatého na povrch substrátu. Tímto způsobem je zajištěn matný efekt, ale také drsný povrch, který způsobuje ošoupávání barvové vrstvy. Ani změnou formulace tiskové barvy nelze tento problém vyřešit, ačkoli přidavkem PE a PTFE je možné tuto situaci zmírnit.

Antioxidanty

Antioxidanty kontrolují a regulují proces oxidačního sušení u ofsetových tiskových barev. Použití antioxidantů zahrnuje kompromis mezi žádoucím dlouhým časem sušení, který zaručí, že se barva dokonale rozteče po povrchu a zacelí nerovnosti povrchu substrátu, nezasychá na tiskové formě, a mezi rychlejším zasycháním, kdy se předchází obtahování čerstvého tisku.

Aditiva proti obtahování

Rychle zasychající tiskové barvy snižují možnost slepování archů ve stohu. Zvýšením rychlosti schnutí lze zabránit obtahování, ale je to také možné přidavkem vhodného aditiva do barvy. Jsou přidávány zejména škroby, kdy jejich částice jsou větší než tloušťka tiskové barvy a vyčnívají nad její povrch, tím separují barvovou vrstvu od přilehlého archu. Fungují jako „poprašování“. Nevýhodou je špatný lesk a malá odolnost proti oděru. [3]

2.5 Fyzikální vlastnosti tiskových barev

2.5.1 Hustota

Hustota patří mezi základní fyzikální vlastnosti látek. Je definována jako poměr hmotnosti m a objemu V .

$$\rho = \frac{m}{V}; \text{ [kg/m}^3\text{]} \quad (1)$$

Hustota tiskové barvy lze stanovit s použitím speciální kalibrované nádoby – pyknometrickou metodou. Tato metoda spočívá v porovnávání hmotnosti prázdného a plného pyknometru o kalibrovaném objemu naplněného měřenou látkou (hledaná hustota) a látkou srovnávací (známá hustota).

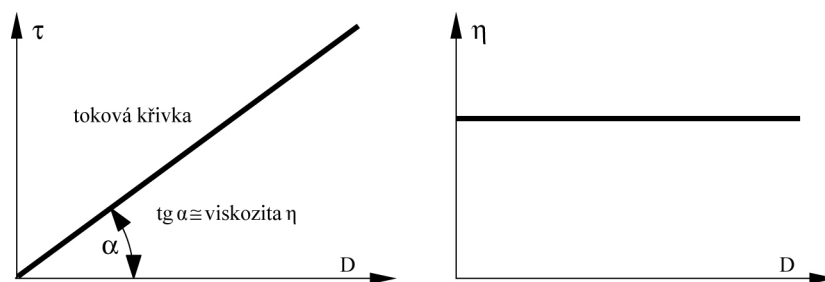
2.5.2 Reologické vlastnosti

Tisková barva obsahuje vysokou koncentraci dispergované fáze v disperzi. V těchto případech není viskozita dostatečně charakterizována jen smykovým napětím, ale tokovými vlastnostmi systému. Závislost viskozity na smykové rychlosti musí být stanovena pomocí řady vhodně zvolených smykových rychlostí. Proto jsou měřeny hodnoty smykového napětí τ odpovídající rychlosti deformace D . Tímto měřením je získána toková křivka nebo reogram. Vztah viskozity a smykového napětí nebo smykové rychlosti se nazývá viskozitní křivka.

Newtonský tok

Viskozita newtonské (ideální) kapaliny, je konstantní v závislosti na teplotě a tlaku. Toková křivka je v tomto případě přímka (Obr. 4.). Směrnice přímky v diagramu τ/D odpovídá přímo viskozitě.

Tyto tokové vlastnosti vyhovující Newtonově zákonu mají kapaliny s jednoduchou molekulární strukturou, např. voda, organická rozpouštědla, lněný olej, glycerol, ale i roztok polymeru o nízké koncentraci, laky a dokonce i velké množství tiskových barev zředěných například k aplikaci.

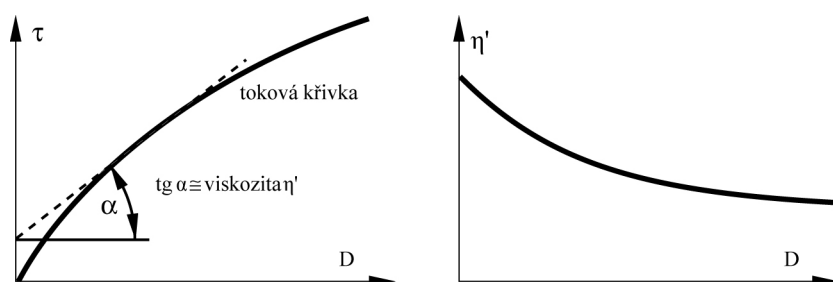


Obr. 4. Toková křivka (vlevo); viskozitní křivka (vpravo), kde je viskozita konstantní

Strukturní viskozita (pseudoplasticita)

Některé látky se stávají řidšími v závislosti na smykovém napětí, tzn. viskozita se snižuje se stoupajícím smykovým napětím. V tomto případě vztah mezi smykovým napětím a smykovou rychlostí není lineární. Takové látky jsou nazývány pseudoplastické (Obr. 5.). Strukturní viskozita je charakteristická u systémů s částicovými interakcemi, např. systémy

obsahující propletené makromolekuly, micely nebo vysrážené vločky. Snížení viskozity je způsobeno změnou struktury způsobené smykovým napětím.



Obr. 5. Tokové vlastnosti pseudoplastických látek; toková křivka (vlevo); viskozitní křivka (vpravo), viskozita klesá se stoupající smykovou rychlostí

Tokové křivky pseudoplastických materiálů se mohou lišit. Dokonce stejná látka může se změnou koncentrace nebo rozpouštědla mít různou tokovou křivku. Empirické vztahy pro charakteristiku pseudoplastického mají jen úzký rozsah platnosti. Často používaný výraz je Ostwaldova rovnice, která přibližně popisuje tokovou křivku:

$$\tau = K \cdot D^n \quad (0 < n \leq 1) \quad (2)$$

Parametry K a n jsou závislé na systému a mohou být stanoveny empiricky. Viskozita při libovolné smykové rychlosti D je rovna první derivaci a odpovídá hodnotě $\text{tg } \alpha$ (Obr. 5. vlevo).

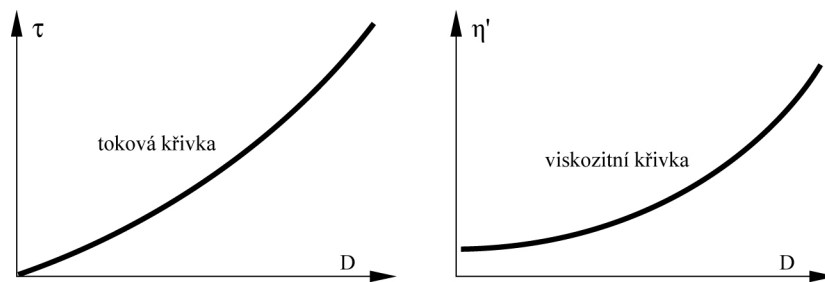
$$\eta' = \frac{d\tau}{dD} = K \cdot n \cdot D^{n-1} \approx \text{tg } \alpha \quad (3)$$

Viskozitní křivka je reprezentována grafem viskozity η' v závislosti na smykové rychlosti D (nebo smykovému napětí τ). Na Obr.5. je toková křivka (vlevo) a odpovídající viskozitní křivka (vpravo) vzniklá derivací. Viskozita η' s libovolnou smykovou rychlostí je označována jako zdánlivá viskozita. Strukturální viskozita se vyskytuje u suspenzí, roztoků koncentrovaných polymerů, latexových barev, roztavených polymerů, vysoce pigmentovaných barev a tiskových barev, lepidel a pigmentovaných past.

Dilatantní chování

U některých látek se viskozita zvyšuje se stoupající smykovou rychlostí. Toto tokové chování se nazývá dilatantní a má opačné vlastnosti než pseudoplastické. Je způsobeno interakcemi svinutých makromolekul, které svými valenčními silami poškozují pohyblivost řetězců a z toho důvodu také tok. Za nízkých smykových rychlostí se suspenze chová jako kapalina, za vysokých smykových rychlostí jako pastózní látka, která netvoří ideální tok.

Dilatance může být také popsána Ostwaldovou rovnicí (2), n je v tomto případě větší než 1. Tento vztah je platný pouze v úzkém rozsahu smykových rychlostí. Dilatantní tok nastává méně často než pseudoplastický. Tokovou anomalitu vykazují vyšší koncentrace suspenzí, silikonu, plastisolu, škrobu a příležitostně také pigmentových past.



Obr. 6. Tokové vlastnosti dilatantních látek; toková křivka (vlevo); viskozitní křivka (vpravo), viskozita stoupá se stoupající smykovou rychlostí

Plastické chování

Většina látek nejeví tokové chování okamžitě po zapojení smykového napětí, ale až po dosažení jeho minimální hodnoty. Tato hodnota se nazývá mez tečení nebo mez kluzu. Takové látky jsou nazývány jako plastické. Mez tečení je způsobena mezimolekulovými silami, jako jsou např. vodíkové vazby, van der Waalsovy elektrostatické síly, které způsobují tvorbu struktury. V mnoha případech se imobilizuje velké množství kapalné fáze do struktury a látka se pak při nízkém smykové napětí (pod mezí tečení) chová jako pružné těleso. V případě, že je smykové napětí dostatečně vysoké, aby překonalo soudržné síly držící látku pohromadě, se gelová struktura bortí a dovoluje látce téci.

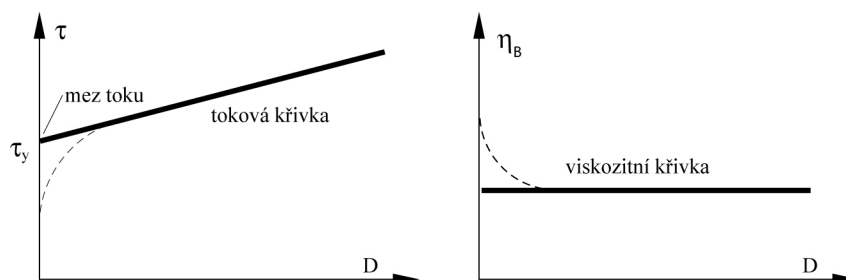
Plastické látky se dělí do tří skupin:

- Binghamské nebo lineárně plastické
- Nelineárně plastické chování (Casson)
- Plastické dilatantní látky

Binghamské nebo lineárně plastické látky

Některé kapaliny jeví po překonání meze tečení newtonské tokové chování, to znamená, že smykové napětí je úměrné smykové rychlosti. Toková křivka těchto látek je přímka, jako v případě newtonských látek. Jediný rozdíl je, že křivka neprotíná θ na ose τ (Obr. 7.). Tyto látky jsou často označovány jako Binghamské a jejich chování jako Binghamská viskozita, která je charakterizována rovnicí:

$$\eta_B = \frac{\tau - \tau_y}{D} \quad (4)$$



Obr. 7. Lineárně-plastické látky; toková křivka (vlevo); viskozitní křivka (vpravo)

Mez tečení není u těchto systémů vždy tak jednoznačná jako průsečnice přímky s osou τ (Obr. 7. vlevo). V mnoha případech se změna struktury netvoří hned, ale postupně, proto můžeme pozorovat přechodovou fázi mezi chováním pružného tělesa a ideálním tokem. Tento přechodový stupeň je prezentovaný přerušovanou čarou. Mezi typické Binghamské látky patří keramické materiály, máslo, olejové barvy, zubní pasta, rtěnka atd.. Některé typy emulsních nátěrů mohou mít také Binghamské tokové vlastnosti.

Nelineární plastické chování

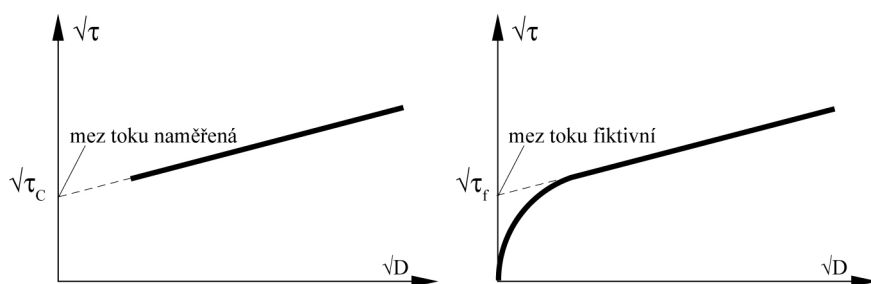
Existuje velké množství pseudoplastických látek s dostatečně velkou gelovou stabilitou, které by měly za následek mez tečení.

Limitní viskozita η_C je hodnota viskozity extrapolovaná pro extrémně vysokou smykovou rychlost. V tomto případě všechny tokové odchylky plynoucí z interakce částic jsou prakticky vyloučené.

Podle Cassona tento typ toku může být charakterizován vztahem:

$$\sqrt{\eta_C} = \frac{\sqrt{\tau} - \sqrt{\tau_{0C}}}{\sqrt{D}} \quad (5)$$

Z tohoto důvodu je na y -ové ose $\sqrt{\tau}$, a na druhé ose \sqrt{D} , graf tvoří přímku (Obr. 8.). Její směrnice odpovídá $\sqrt{\eta_C}$ a protažením přímky na osu $\sqrt{\tau}$ dovoluje stanovit Cassonovu mez tečení. Viskozitní koeficient η_C označuje Cassonovu viskozitu, která může být ve spodní části tokové křivky v Cassonově grafické závislosti vyjádřena křivkou, běžící asymptoticky ke druhé souřadnici, tj. není tam žádná mez tečení (Obr. 8. vpravo). V tomto případě se hodnota τ_{0C} získaná extrapolací nazývá fiktivní mez tečení.



Obr. 8. Lineárně-plastické látky;
toková křivka (vlevo); viskozitní křivka (vpravo)

Dalším modelem pro popis tokového chování tohoto druhu je Herschelův-Bulkleyho model:

$$D = \left(\frac{\tau - \tau_y}{K_{BH}} \right)^{1/n_{BH}} \quad (6)$$

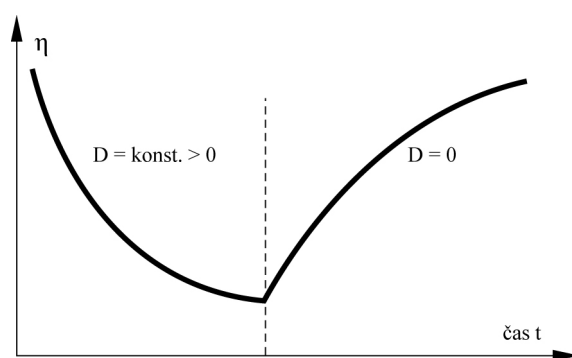
Ve skutečnosti je to upravená Ostwaldova rovnice (2), kde se objevuje mez tečení. Podmínka $n < 1$ platí také v tomto případě. K_{BH} je označován jako koeficient konzistence.

Závislost tokového chování na čase a napětí

Dosud byla zkoumána pouze viskozita měnící se s tečným napětím nebo rychlostí deformace. U těchto systémů se často setkáváme s tím, že viskozita se za konstantní rychlosti mění s trvajícím napětím. V závislosti na druhu změny, tzn. snížení nebo zvýšení viskozity, se systém nazývá tixotropním nebo reopexním.

Tixotropie

Při působení konstantního napětí na tixotropní materiál se viskozita s časem snižuje. Když je napětí odstraněno, systém po nějaké době opět získá původní viskozitu. Tento druh tokového chování je přisuzován interakcím mezimolekulárních sil na povrchu dispersní fáze. Dokud je látka v klidu, částice splývají a tvoří trojrozměrnou strukturu. Pokud bude systém zatížen konstantním napětím, bude jeho struktura postupně rozrušena. V klidu se začne znovu formovat původní struktura látky. Následkem toho je reverzní transformace gel/sol. Schéma tixotropie je zobrazeno na Obr. 9.



Obr. 9. Změna viskozity tixotropního systému; konstantní smyková rychlost (vlevo); návrat viskozity nezatíženého systému (vpravo)

Díky této tokové abnormalitě je viskozita časově závislá. Měření tečného napětí a smykové rychlosti jsou v tomto případě nedostatečné pro její charakterizaci. Nejlepší cesta k měření chování tixotropního systému je stanovení tzv. „tixotropní smyčky“. Látka je proto zkoumána v závislosti na postupně rostoucí smykové rychlosti. Získáme tak sérii hodnot D a τ pomocí kterých je možno křivku popsat. Nejvyšší smyková rychlost systému odpovídá zhroucení gelové struktury. Měření je pak opakováno, ale s klesajícím smykovým napětím v čase.

Oblast se nazývá „hysterezní smyčka“ a může být považována za míru tixotropního chování systému. Hodnota ohraničené oblasti je závislá na zkoumaném systému, ale také na předchozí historii a zkušebních podmínkách.

Regulací tixotropie může být u systému příznivě ovlivněna např. vyrovnávací schopnost povrchu, stabilita při uskladnění. Takto fungují u rozpouštědlových nebo disperzních přísad v systému, tzn. zahušťovadla, která ovlivňují tixotropii buď bobtnáním nebo vytvořením gelové struktury.

Tixotropie nastává v pastách, latexových barvách, organosolech, barvách na bázi alkydových pryskyřic, vysokoviskózních olejových barvách a flushových pigmentech.

Reopexie

Reopexií nazýváme časově závislé houžnatí systému pod konstantním mechanickým napětím; je opakem tixotropie. Tato anomálie je také reverzibilní a můžeme ji pozorovat za nízkých smykových rychlostí.

Možné vysvětlení tohoto chování je, že systém je v nerovnovážném stavu a rovnováhy může být dosaženo mícháním nebo třením. Reopexie se málokdy objevuje u systémů s pigmenty. Ve srovnání s tixotropií, můžeme citovat jenom málo příkladů látek s reopexickým chováním.

Existují materiály, které vykazují zároveň tixotropní a reopexní chování v závislosti na velikost smykovém napětí. V těchto případech se zobrazuje hysterezní smyčka obráceně. [6]

2.5.3 Zařízení pro měření viskozity a tokových křivek viskózních kapalin

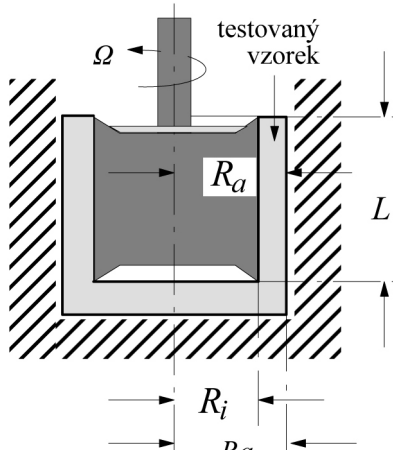
Většina tiskových barev patří mezi neneutonské látky. Proto se budeme v následující kapitole zabývat zařízeními pro měření právě těchto typů látek. Viskozimetry jsou jednodušší přístroje určené k měření neneutonských (ale i newtonských) kapalin.

Rotační viskozimetry

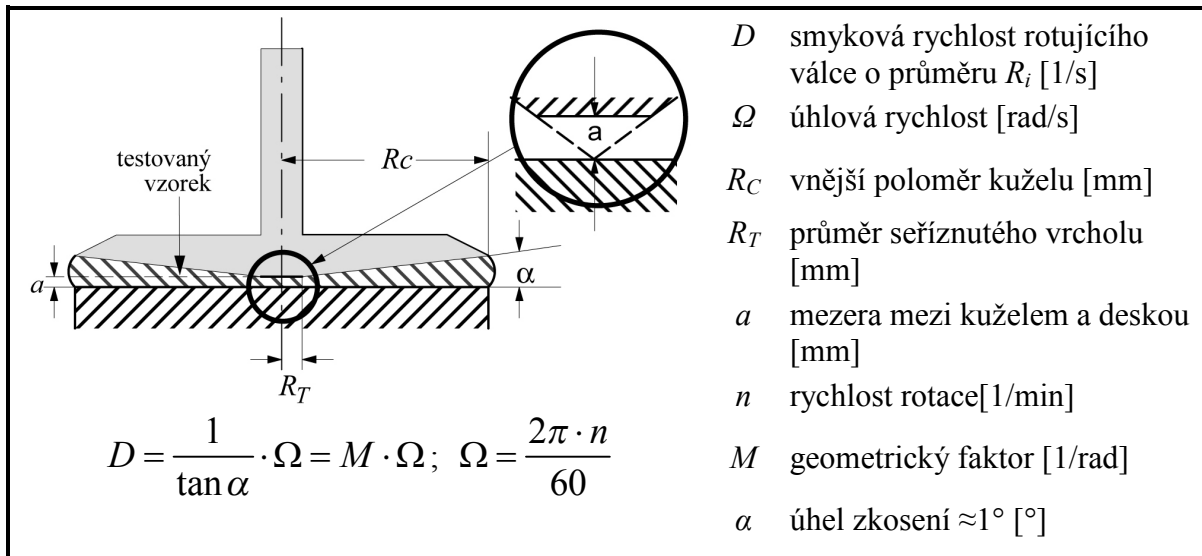
Rotační viskozimetry měří torzní moment tělesa rotujícího v měřené látce. Jsou zejména vhodné pro tiskové barvy. Mají vyměnitelné měřící agregáty a podle nich se dělí:

- koaxiální válcový senzor,
- senzor kužel-deska,
- senzor deska-deska.

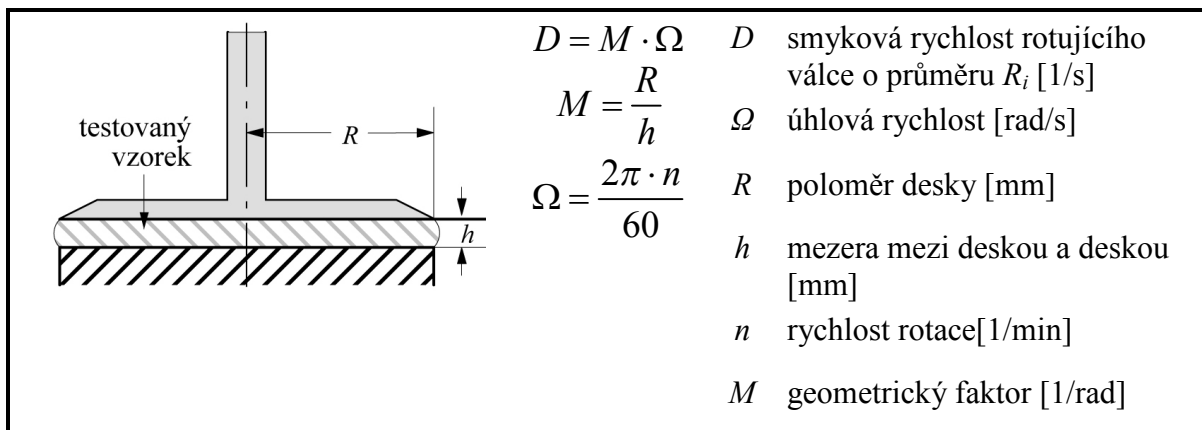
Tab. 5. Koaxiální válcový senzor [7]

	$D = 2\Omega \frac{R_a^2}{R_a^2 - R_i^2}$ $\Omega = \frac{2\pi \cdot n}{60}$	<p>D smyková rychlost rotujícího válce o průměru R_i [1/s] Ω úhlová rychlost [rad/s] R_a průměr nádoby [m] R_i průměr rotujícího válce [m] n rychlost rotace [1/min] M geometrický faktor [1/rad]</p>
---	--	---

Tab. 6. Senzor kužel-deska [7]



Tab. 7. Senzor deska-deska [7]



Každý senzor vyhovuje kapalinám různých konzistencí.

Viskozimetry se dále dělí podle způsobu měření na ty, které:

- mají řízené smykové napětí a měří se smyková rychlost. Tyto typy se nazývají CS reometry.
- mají řízenou smykovou rychlost a měří se smykové napětí. Tyto typy se nazývají CR reometry.
- moderní reometry mají oba tyto režimy. [7]

2.5.4 Lepivost

Lepivost je vlastnost demonstrující chování barvy při tisku, kde se štěpí barvový film mezi dva povrchy. Ke štěpení barvy dochází opakovaně po celou dobu tisku. Štěpení je výsledek působení dvou protichůdných sil, adheze a koheze. Adheze, tzn. přilnavost barvy k povrchu válců je vyšší než koheze, tj. vnitřní soudržnost barvového filmu. Lepivost je tedy práce potřebná k rozdělení barvového filmu na dva povrchy. Může být vyjádřena vztahem:

$$E_L = k \cdot \eta^{\frac{3}{2}} \cdot y \cdot v \quad (7)$$

E_L energie potřebná na rozdělení filmu barvy [J/m^2]

k konstanta

η zdánlivá viskozita barvy při dané smykové rychlosti [$\text{Pa} \cdot \text{s}$]

y tloušťka barvového filmu přenesené barvy [μm]

v počet otáček rotujícího válce [$1/\text{s}$] [8]

2.5.5 Měření lepivosti

Lepivost je ustanovené kritérium pro hodnocení pastových barev nebo pojiv podle normy ISO 12634–1996. Lepivost nemůže být považována za vlastnost materiálu, ale může v některých případech predikovat chování barev v tiskových procesech.

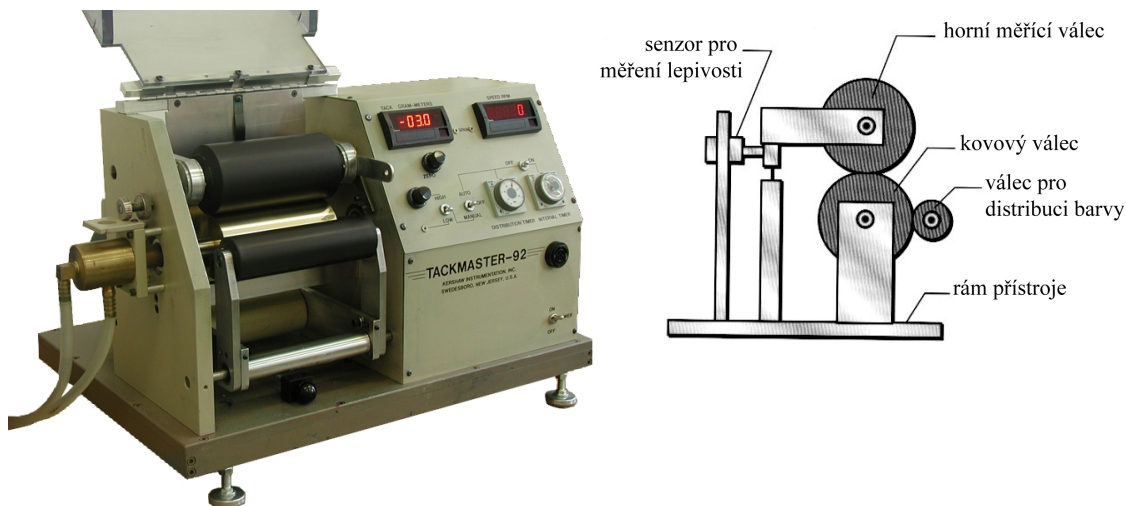
Měření lepivosti probíhá na zařízeních zvaných tackmetry, inkometry. Mechanický tackmetr je digitální indikátor lepivosti, který poskytuje číslíkovou hodnotu lepivosti, při variabilní rychlosti a digitálně kontrolované teplotě.

Tackmetr se skládá ze systému nejméně tří válců. Jeden válec je poháněn motorem, druhý válec je připojen k senzoru měřícímu sílu, kterou je válec vychýlen ze své původní pozice. Třetí válec je oscilační válec používaný pro distribuci vzorku barvy. Měří se síla, která je potřebná na rozdělení barvové vrstvy mezi dvěma válci.

Doporučovaná teplota pro měření v laboratoři je $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$. Na tackmetru je doporučená teplota mezi $30\text{--}32 \text{ }^\circ\text{C}$. Před měřením je nutné vždy provést kalibraci. Připravený vzorek má být homogenní a nemá obsahovat žádné hrubé částice. Měřené množství barvy je naneseno na válec pipetou o konstantním objemu (existují různé velikosti). Toto množství vede k vytvoření vrstvy silné $4\text{--}13 \mu\text{m}$. Vzorek je za nízké rychlosti 30 sekund rozvalován. Po testování je nutné válce vyčistit určeným čisticím prostředkem a daným postupem. Zařízení má před dalším měřením běžet po dobu tří minut při nízkých otáčkách.

Parametry ovlivňující lepivost:

- rozměry, tvrdost a elasticita pryžových válců,
- povrchové vlastnosti válců,
- tlak v nipu,
- rychlost válců,
- teplota válců a okolí,
- teplota vzorku,
- tloušťka barvového filmu,
- závislost vlastností barvy nebo pojiva na vlastnostech elastických válců,
- vlastnosti válců vzhledem k délce používání,
- vlastnosti testovaného vzorku.



Obr. 10. Tackmaster 92 (vlevo) a jeho konstrukční řešení (vpravo) [9]

Při dodržování definovaných parametrů by mělo být dosaženo srovnatelných výsledků. Tyto mezinárodní standardy specifikují postupy pro určení lepivosti barev a pojiv, které mají nízkou těkavost a jsou nereaktivní za běžných podmínek během doby potřebné k měření. [9] [10]

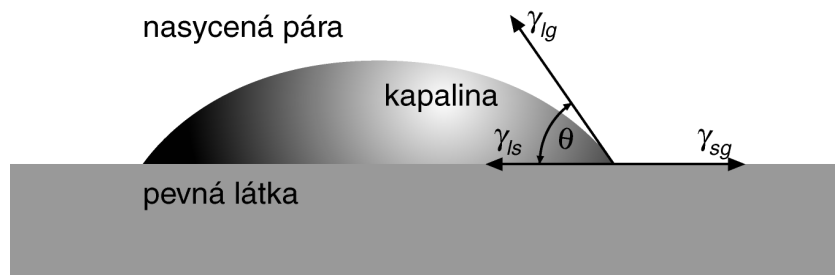
2.5.6 Povrchové napětí

Povrchové napětí ovlivňuje průběh tisku: samotný přenos tiskové barvy na papír, kontakt mezi tiskovou formou a tiskovou barvou, u ofsetu kontakt tiskové emulze s ofsetovým potahem, štěpení barvových vrstev, tisk mokré barvy do mokré případně tisk mokré barvy do suché při vícebarevném tisku. Projevuje se také při lakování tiskovin nebo při lepení v dokončovacím zpracování atd.

Povrchové napětí kapalin vzniká v povrchové vrstvě, kdy molekuly kapaliny jsou vystaveny jen jednostrannému působení přitažlivých mezimolekulárních sil, čímž vytvářejí pomyslnou blanku, která se snaží sevřít kapalinu do objemu s co nejmenším povrchem. Síla F , která toto způsobuje působí kolmo k délce myšleného řezu povrchem l a leží v rovině tečné k povrchu kapaliny. Sílu působící na jednotku délky tohoto řezu nazýváme povrchovým napětím.

$$\gamma = \frac{dF}{dl}; [mN/m] \quad (8)$$

Pevná látka je většinou za pokojové teploty hluboko pod bodem tání; za těchto podmínek jsou povrchové atomy relativně nepohyblivé, pouze vibrují kolem svých rovnovážných poloh. Vzhledem k nedostatečné pohyblivosti povrchových částic je struktura povrchů pevných látek velmi složitá. Možnosti přímého stanovení povrchového napětí pevných látek jsou dost omezené a většinou jsou použitelné jen pro speciální podmínky. Proto se povrchové napětí pevných látek nejčastěji stanovuje nepřímou pomocí různých typů měření, nejčastěji měřením kontaktního úhlu kapaliny na pevném povrchu. Při této metodě se využívá tzv. metody přisedlé kapky (Sessile Drop). K tomuto měření se používá speciální optické zařízení. Je nutné použít testovací kapaliny o známém povrchovém napětí a po ustanovení rovnováhy změřit jejich kontaktní úhel. Data získaná měřením kontaktního úhlu mohou být použita k výpočtu povrchového napětí pevné látky.



Obr. 11. Schématické znázornění přisedlé kapky;
 γ_{lg} – povrchové napětí na rozhraní kapalné a plynné fáze;
 γ_{sg} – povrchové napětí na rozhraní pevné a plynné fáze;
 γ_{sl} – povrchové napětí na rozhraní pevné a kapalné fáze;
 θ – úhel smáčení [11]

Povrchová vrstva je vrstva, kde se setkávají různá fázová rozhraní, můžeme je rozdělit podle skupenství:

- rozhraní kapalina/plyn (l/g),
- rozhraní kapalina/kapalina (l/l),
- rozhraní tuhá látka/plyn (s/g),
- rozhraní tuhá látka/kapalina (s/l),
- rozhraní tuhá látka/tuhá látka (s/s).

Pokud umístíme kapku kapaliny *A* na rozhraní mezi fází *B*, což může být tuhá látka nebo kapalina, a fází *C* (plyn nebo kapalina nemísitelná s *B*) existuje několik možností vzájemného chování:

	$\gamma_{BC} < \gamma_{AB} + \gamma_{AC}$	
$\gamma_{BC} \geq \gamma_{AB} + \gamma_{AC}$	$\gamma_{BC} > \gamma_{AB}$ $0^\circ < \theta < 90^\circ$ (dobré smáčení)	$\gamma_{BC} < \gamma_{AB}$ $0^\circ > \theta > 90^\circ$ (nesmáčí, špatně smáčí)
①	B - kapalná fáze	
rozestírání (dokonalé smáčení)	②	③
	podmínka rovnováhy: $\frac{\gamma_{AC}}{\sin\theta_B} = \frac{\gamma_{AB}}{\sin\theta_C} = \frac{\gamma_{BC}}{\sin\theta_A}$	
	B - tuhá fáze	
	④	⑤
	podmínka rovnováhy: $\gamma_{BC} - \gamma_{AB} = \gamma_{AC} \cos\theta$ (Youngova rovnice)	

Obr. 12. Varianty třífázového systému [11]

Pokud je fáze C plynná, je tvar kapky charakterizován úhlem smáčení θ , mezi nímž a jednotlivými mezifázovými energiemi platí Youngův vztah:

$$\gamma_{BC} - \gamma_{AB} = \gamma_{AC} \cdot \cos\theta \quad (9)$$

Pro $\gamma_{BC} > \gamma_{AB}$ je úhel smáčení ostrý a kapalina dobře smáčí povrch tuhé látky. Tyto látky jsou označovány jako lyofilní.

Je-li $\gamma_{BC} < \gamma_{AB}$, je úhel smáčení tupý a kapalina povrch tuhé látky smáčí špatně nebo nesmáčí vůbec. Tyto látky jsou označovány jako lyofobní.

Pokud je fáze C kapalina nemísitelná s A a obě kapaliny jsou naneseny odděleně, smáčí dobře tuhý povrch, ale při současném styku s pevným povrchem si navzájem konkurují. Ostrý úhel se ustálí na straně té kapaliny, která povrch lépe smáčí. [11]

2.5.7 Teorie pro výpočet povrchového napětí

Zismanova teorie

Zisman proměřil sadu homologických kapalin a empiricky stanovil závislost kontaktních úhlů $\cos\theta = f(\gamma_{LG})$. Lineární extrapolací (pro $\cos\theta \rightarrow 1$) získal kritickou povrchovou energii pevného povrchu γ_C . Tento vztah popisuje Zismanova rovnice:

$$\cos\theta = 1 + b \cdot (\gamma_C - \gamma_{LG}) \quad (10)$$

b konstanta platná pro sadu homologických kapalin

γ_C liší se podle sady testovacích kapalin určené pro měření kontaktního úhlu

Fowkesova teorie

Tato teorie patří mezi nejpoužívanější metody pro výpočet mezipovrchového napětí. Je založena na předpokladu, že se povrchové napětí skládá ze součtu dvou komponent, z disperzní komponenty a často bývá zkombinováno s některou z dalších komponent. Mezipovrchové napětí je definováno jako:

$$\gamma_{sl} = \gamma_s - \sqrt{\gamma_s^d \gamma_l^d} + \gamma_l - \sqrt{\gamma_s^d \gamma_l^d} = \gamma_s + \gamma_l - 2\sqrt{\gamma_s^d \gamma_l^d} \quad (11)$$

Kombinací této rovnice s Young-Duprého rovnicí se získá následující vztah pro výpočet disperzní komponenty povrchového napětí:

$$W_A = \gamma_l \cdot (1 + \cos\theta) = 2\sqrt{\gamma_s^d \gamma_l^d} \quad (12)$$

Fowkes později usoudil, že na mezifázovém rozhraní se vyskytují kromě disperzních interakcí také polární interakce. Tuto interakci nazval dodatečnou interakci E_{sl} .

$$W_A = \gamma_l \cdot (1 + \cos\theta) = W_A^d + E_{sl} \quad (13)$$

$$W_A^d = 2\sqrt{\gamma_s^d \gamma_l^d} \quad (14)$$

Později rozdělil dodatečnou interakci na několik částí, které odpovídají jejich adhezní práci:

$$W_A = W_A^d + W_A^p + W_A^h + W_A^i + W_A^{ab} + \mathbf{K} \quad (15)$$

Podobně rozložil také volnou povrchovou energii na jednotlivé komponenty:

$$\gamma = \gamma^d + \gamma^p + \gamma^h + \gamma^i + \gamma^{ab} + \mathbf{K} \quad (16)$$

<i>d</i>	disperzní (Londonovy) síly
<i>p</i>	polární (Keesomovy) síly
<i>h</i>	vodíkové vazby
<i>i</i>	indukční (Debyeovy) síly
<i>ab</i>	acido-bazické síly

Ačkoliv je Fowkesova teorie nejpoužívanější, umožňuje vypočítat pouze disperzní část volné povrchové energie, což je její vážný nedostatek. Řada autorů se proto snažila nahradit ve Fowkesově rovnici nedisperzní komponentu nějakou další komponentou. Takto nově vzniklá rovnice se obecně nazývá „rozšířená“ Fowkesova rovnice.

Rozšířená Fowkesova rovnice

Dle této teorie může být adhezní práce chápána jako interakce mezi polárními s polárními silami a disperzními s disperzními silami. Polární komponenta γ^p představuje proto interakce, které jsou především založeny na dipólech. Disperzní komponenta γ^d představuje elektronové interakce (např. van der Waalsovy síly). K popsání adhezní práce slouží níže uvedený vztah (17):

$$W_A = \gamma_l \cdot (1 + \cos \theta) = \sqrt{\gamma_s^d \gamma_l^d} + \sqrt{\gamma_s^p \gamma_l^p} \quad (17)$$

Volná povrchová energie je pak dána součtem disperzní a polární komponenty. K jejímu určení stačí tedy dvě kapaliny se známými polárními a disperzními komponentami.

Owensova-Wendtova teorie – metoda geometrického průměru

Na základě této teorie je povrchové napětí součtem disperzní γ^d a polární komponenty γ^p . Na této myšlence je založena metoda geometrického průměru. Mezifázovou energii mezi pevnou látkou a kapalinou γ_{SL} může být vyhodnocena podle následující rovnice:

$$\gamma_{SL} = \gamma_S + \gamma_L - 2 \cdot \left(\sqrt{\gamma_S^d \gamma_L^d} + \sqrt{\gamma_S^p \gamma_L^p} \right) \quad (18)$$

Kombinací předchozí rovnice s Duprého rovnicí a Young-Duprého rovnicí získali vztah pro výpočet volné povrchové energie:

$$(1 + \cos \theta) \gamma_L = 2 \cdot \left(\sqrt{\gamma_S^d \gamma_L^d} + \sqrt{\gamma_S^p \gamma_L^p} \right) \quad (19)$$

K určení volné povrchové energie stačí dvě kapaliny se známými polárními a disperzními komponentami.

Wuova teorie – metoda harmonického průměru

Na základě této teorie je definována volná povrchová energie stejně jako u Owensovy-Wendtovy teorie jako součet disperzní γ^d a polární komponenty γ^p . Mezifázovou energii je pak možno vypočítat pomocí harmonického průměru spojením rovnic Duprého s rovnicí Young-Duprého.

$$\gamma_{SL} = \gamma_S + \gamma_L - 4 \cdot \left(\frac{\gamma_S^d \cdot \gamma_L^d}{\gamma_S^d + \gamma_L^d} + \frac{\gamma_S^p \cdot \gamma_L^p}{\gamma_S^p + \gamma_L^p} \right) \quad (20)$$

$$(1 + \cos\theta) \cdot \gamma_L = 4 \cdot \left(\frac{\gamma_S^d \cdot \gamma_L^d}{\gamma_S^d + \gamma_L^d} + \frac{\gamma_S^p \cdot \gamma_L^p}{\gamma_S^p + \gamma_L^p} \right) \quad (21)$$

Rovnice je vhodná pro výpočet volné povrchové energie vysoko-energetických systémů jako je např. sklo, kovy, oxidy atd. K určení volné povrchové energie stačí dvě kapaliny se známými polárními a disperzními komponentami.

Acido-bazická teorie

Tato teorie je jednou z nejkompexnějších. Volná povrchová energie je zde tvořena sumou Lifshitzovy-van der Waalsovy komponenty γ_i^{LW} a acido-bazické komponenty γ_i^{AB} . Ve Wuově teorii odpovídá Lifshitzova-van der Waalsova komponenta disperzní komponentě a acido-bazická komponenta odpovídá polární. Acido-bazická komponenta může být dále rozdělena podle rovnice:

$$\gamma_i^{AB} = 2\sqrt{\gamma_i^+ \gamma_i^-} \quad (22)$$

- γ_i^+ elektron-akceptorový parametr acido-bazické komponenty volné povrchové energie (Lewisův kyselý parametr volné povrchové energie)
 γ_i^- elektron-donorový parametr acido-bazické komponenty volné povrchové energie (Lewisův zásaditý parametr volné povrchové energie)

Molekula tedy může být bipolární (např. voda), monopolární (např. trichlormethan) nebo nepolární.

Vyjádření pro mezifázovou energii je dáno vztahem:

$$\gamma_{SL} = \gamma_S + \gamma_L - 2 \cdot \left[\left(\sqrt{\gamma_S^{LW} \gamma_L^{LW}} \right) + \left(\sqrt{\gamma_S^+ \gamma_L^-} \right) + \left(\sqrt{\gamma_S^- \gamma_L^+} \right) \right] \quad (23)$$

Volnou povrchovou energii je potom možno vypočítat podle rovnice

$$(1 + \cos\theta) \gamma_L = 2 \cdot \left[\left(\sqrt{\gamma_S^{LW} \gamma_L^{LW}} \right) + \left(\sqrt{\gamma_S^+ \gamma_L^-} \right) + \left(\sqrt{\gamma_S^- \gamma_L^+} \right) \right] \quad (24)$$

Pro určení komponent volné povrchové energie je tedy potřeba minimálně tří kapalin se známou povrchovou energií γ_L^{LW} , γ_L^+ a γ_L^- , což vyplývá z výše uvedené rovnice. Dvě z těchto kapalin musí být polární. Jestliže je jedna kapalina nepolární, lze s její pomocí určit hodnotu γ_S^{LW} .

$$\gamma_S^{LW} = \gamma_L^{LW} \cdot \frac{(1 + \cos \theta)^2}{4} \quad (25)$$

Pak se řešení volné povrchové energie, tj. soustava tří rovnic o třech neznámých, zmenší na soustavu dvou rovnic o dvou neznámých. [11]

2.5.8 Emulgace

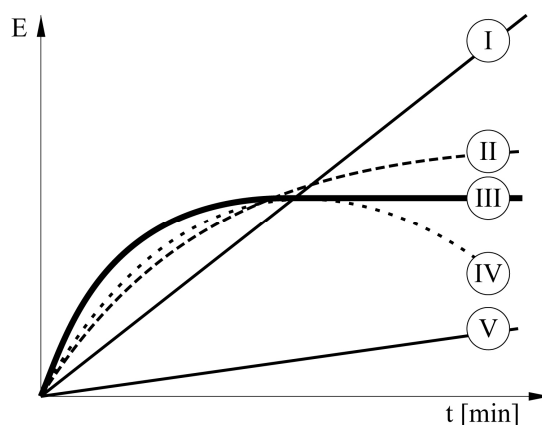
Emulze je soustava dvou nemísitelných kapalin, kdy jedna kapalina je rozptýlena ve druhé. Stabilní emulze má velikost rozptýlených kapek kolem 1 μm . Při ofsetovém tisku se používá emulgovaná tisková barva s vlhčícím roztokem. Množství zaemulgovaného vlhčícího roztoku a rychlost jeho zaemulgování do tiskové barvy ovlivňuje vlastnosti tisku a jeho stabilitu. Do vody se proto přidávají různé příměsi, které mají usnadnit emulgaci roztoku v barvě, tzv. emulgátory snížením velikosti kapiček na 0,1–4 μm .

Ke stanovování množství zaemulgovaného vlhčícího roztoku s rychlosti emulgace slouží tzv. Surlandův test.

$$E = E_{\max} (1 - e^{-kt}) \quad (26)$$

k	emulgační koeficient
E	množství vody ve 100 g barvy [$\text{g}_{\text{vody}}/100 \text{ g}_{\text{barvy}}$]
E_{\max}	maximální množství zaemulgované vody [$\text{g}_{\text{vody}}/100 \text{ g}_{\text{barvy}}$]
t	čas emulgace [min]

Přijímatost vlhčícího roztoku v barvě



Obr. 13. Schématické znázornění množství zaemulgované vody v barvě

I. závislost je lineární, barva neomezeně přijímá vlhčící roztok a dochází tak k tónování tisku, tato varianta je nepoužitelná.

U II. závislosti barva ochotně přijímá vlhčící roztok, ale nedochází ke vzniku rovnováhy. V tomto případě je regulace vlhčícího roztoku velmi obtížná. Tato varianta způsobuje rozšíření tiskového bodu a obláčkovitý tisk při tisku plných ploch.

III. závislost má ideální průběh. Rychle se nastaví rovnováha. Tisk je pak stabilní, tiskové body jsou minimálně rozšířené.

IV. závislost zpočátku probíhá příjem vlhčícího roztoku ideálně, ale po čase se začne voda z emulze srážet zpět a vzniká „povrchová voda“. To způsobuje, že se barva usazuje na válcích a dochází k odstříkovaní přebytečné vody.

V. závislost je znázornění situace, kdy tisková barva téměř vodu nepřijímá. [12]

2.6 Základní optické vlastnosti

2.6.1 Denzita

Často se používá termínu optická hustota, udává stupeň odolnosti vůči proniknutí/odražení světla. Čím je materiál tmavší, tím více světla pohltí, a tím vyšší je jeho denzita.

Denzita představuje poměr mezi intenzitou dopadajícího světla a intenzitou odraženého světla (reflektance) nebo propuštěného světla (transmitance), podle typu měřené předlohy (transparentní nebo odrazové).

K měření se používají denzitometry, které můžou být rozděleny podle optického uspořádání:

Transmisní (na průchod) – používají se k měření filmů

$$D = \log\left(\frac{1}{T}\right) \quad T = \frac{I_T}{I_0} \quad (27)$$

Reflexní (na odraz) – používá se k měření tisků a existují různé geometrie uspořádání.

$$D = \log\left(\frac{1}{R}\right) \quad R = \frac{I_R}{I_0} \quad (28)$$

Denzitometr se skládá ze zdroje světla, které v případě měření barevných předloh prochází přes doplňkový filtr k měřené barvě. Denzitu žluté barvy měříme přes modrý filtr, denzitu purpurové přes zelený filtr a azurovou barvu přes červený filtr. Černá barva se měří přes tzv. vizuální filtr, který odpovídá citlivosti lidského oka. Zdroj světla a detektor jsou vzájemně uspořádány podle typu navržené geometrie, které jsou popsány označením úhel dopadu/úhel odrazu. Jsou známa uspořádání $0^\circ/45^\circ$, $45^\circ/0^\circ$ a $d^\circ/8^\circ$. Každé uspořádání má své výhody z hlediska typu měřeného substrátu (lesklý, polomatný, matný) a jeho povrchových vlastností.

2.6.2 Atributy barev

Atributy barev jsou hodnoty, které přesně definují barvu. Dělí se na atributy absolutní a relativní. Relativní atributy jsou atributy poměrové, vždy jsou k něčemu vztaženy. [13]

Tab. 8. Absolutní atributy [13]

Jasnost (Brightness) <i>A</i>	Je to atribut vizuálního vjemu vztažený k objektu, který vyzařuje více nebo méně světla (jeví se jasnější než ten druhý).
Barevný tón (Hue)	Je to atribut vizuálního vjemu a vyjadřuje název barvy.
Sytost (Colourfulness) <i>C</i>	Je to atribut vizuálního vjemu, podle kterého se barva jeví více či méně pestrá.

Tab. 9. Relativní atributy [13]

Měrná světlost (Lightness) A/A_0	Jedná se o poměr jasnosti zkoumaného bílého vzorku A a referenčního bílého vzorku stejně osvětleného A_0 .
Chroma C/A_0	Jedná se o poměr sytosti barvy zkoumaného objektu C a referenčního bílého vzorku při stejném osvětlení A_0 .
Saturace (Saturation) C/A	Jedná se o poměr sytosti barvy zkoumaného objektu C a nejsvětějšího místa téhož objektu při stejném osvětlení A .
Kolorita	Vyjadřuje barevné vlastnosti objektů, a je určena spektrální intenzitou vyzařování $M_e(\lambda)$ a spektrálním činitelem odrazivosti $r(\lambda)$

2.6.3 Barvové prostory

V současné době existuje řada barvových prostorů, dvourozměrných i trojrozměrných, kdy každý má své výhody i nevýhody. V praxi se pro posuzování barev velmi často používá barvový prostor CIE $L^*a^*b^*$.

CIE $L^*a^*b^*$

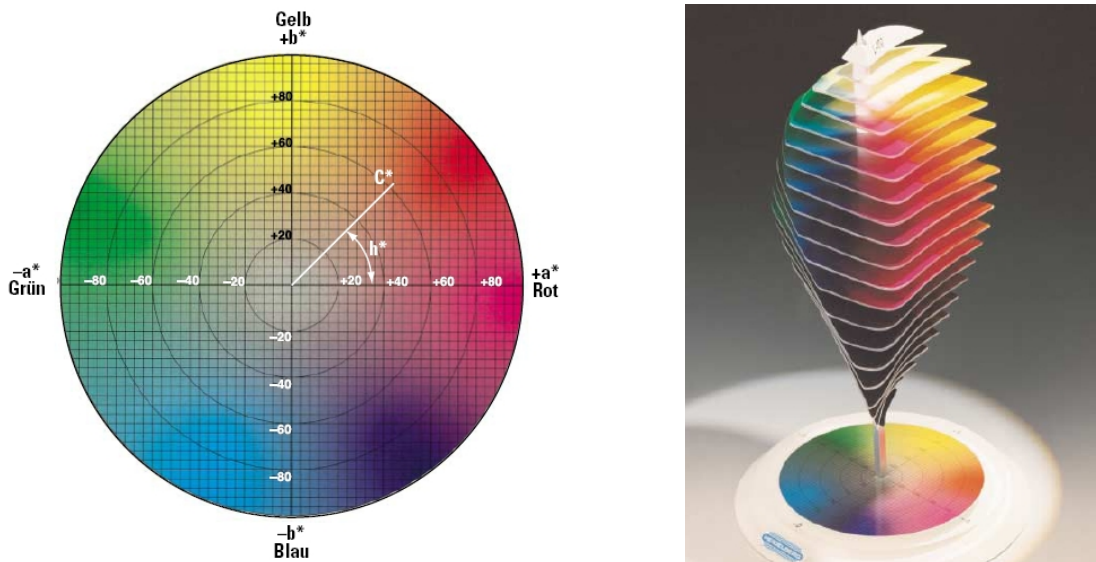
Roku 1976 navrhla organizace CIE sjednocení barvových prostorů, proto souřadnice $L^*a^*b^*$ vycházejí ze vztahů normovaných hodnot XYZ. Jedná se o trojrozměrný prostor charakterizovaný třemi navzájem kolmými osami $L^*a^*b^*$. Chromě C^* a měrnému úhlu barevného tónu h^* odpovídají hodnoty a^* a b^* . Osa a^* reprezentuje červeno-zelený odstín a osa b^* žluto-modrý. Hodnoty L^* odpovídají jasu. Výpočet je na základě barev odpovídajících spektrálnímu průběhu. Výsledkem je, že se tento prostor stává srozumitelným i pro nezkušeného uživatele a více odpovídá vnímání barev lidského oka. [13] [14]

Model je popsán matematicky následujícími funkcemi:

$$L^* = 116 \left(\frac{Y}{Y_0} \right)^{1/3} - 16 \quad (29)$$

$$a^* = 500 \left[\left(\frac{X}{X_0} \right)^{1/3} - \left(\frac{Y}{Y_0} \right)^{1/3} \right] \quad (30)$$

$$b^* = 200 \left[\left(\frac{Y}{Y_0} \right)^{1/3} - \left(\frac{Z}{Z_0} \right)^{1/3} \right] \quad (31)$$



Obr. 14. Schématické znázornění modelu $L^* a^* b^*$ [14]

Barvová odchylka ΔE^*_{ab}

V praxi se setkáváme s tím, že je nutné porovnávat dvě barvy a vyhodnotit toto měření nějakým matematickým způsobem. K tomuto účelu se používá barvová odchylka ΔE^*_{ab} , která určuje vzdálenost mezi dvěma body $(L_1^* a_1^* b_1^*)$ a $(L_2^* a_2^* b_2^*)$ v barvovém prostoru $L^* a^* b^*$. Je dána vztahem:

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (32)$$

Postup stanovení barvové odchylky probíhá tak, že se naměřené hodnoty reprodukované barvy porovnávají s referenčními. Pokud je odchylka větší, než je povolená hranice, naměřená barva je nevyhovující. Toleranci určuje zákazník nebo je dána normou. Dle metody CIE LAB1976 je toleranční oblast tvořena koulí, tzn. že množinu všech možných ještě akceptovatelných odchylek tvoří sférická oblast. Vnímání lidského oka odpovídá spíše oblasti eliptické, a proto byla barvová odchylka později modifikována. Vznikly CIE94, CIE2000, které mají toleranční oblast v podobě elipsoidu, takže se více blíží vnímání lidského oka. [17]

2.6.4 Spektrofotometry, kolorimetry

Trichromatický kolorimetr je speciální zařízení, které se používá k přesnému měření barvových souřadnic na vzorku. Pracuje na principu barevných filtrů, které jsou zvoleny tak, aby výsledná citlivost fotometrických měření odpovídala funkcím trichromatických členitelů. Vzorek je osvětlen standardizovaným zdrojem světla a měří se podíl světla odraženého povrchem přes tři barevné filtry. Kvalitnější zařízení mívají ještě čtvrtý filtr, který zlepšuje shodu se standardním pozorovatelem.

Spektrofotometrický kolorimetr měří celkovou remisní křivku ve viditelném spektru (380–740 nm). Krok je určen typem a kvalitou přístroje. Spektrofotometr se skládá ze zdroje světla, monochromátoru, který určuje danou vlnovou délku, polarizačního nebo IČ filtru, který eliminuje přímo odražené paprsky (např. lesk mokré barvové vrstvy). Odražený paprsek se odráží na fotodetektor a je zpracován v mikroprocesoru. [14]

2.6.5 Věrnost barev u ofsetového tisku

Věrnost barev definují normy ISO 12647-1 a ISO 12647-2, která uvádí přesný technologický postup výroby vícebarevného tisku. Zaměřuje se také na hodnocení kvality tisku, kdy při jejím hodnocení je důležitá kvalita potištěného substrátu. Tiskové papíry jsou typově rozděleny do pěti různých skupin. Optické vlastnosti papíru jsou tedy hodnoceny barvovými souřadnicemi CIE $L^*a^*b^*$. Tento potištěný substrát a jeho typ má vliv na barvu plných ploch procesních barev. V normě jsou uvedeny hodnoty CIE LAB pro nátisk a barvové odchylky, které jsou přípustné na produkčním tisku. [15] [16]

Tab. 10. Normované barvové souřadnice CIELAB pro barevnou posloupnost C-M-Y, měřeno s černou podložkou, standardním osvětlením D50, 2° pozorovatelem, pro vybrané papíry použité při experimentu [16]

typ papíru	leskle natíraný			nenatíraný bílý			ΔE	$\pm\sigma$
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*		
tisková barva								
černá	18	0	-1	35	2	1	4	2
azurová	54	-37	50	62	-23	-39	5	2,5
purpurová	47	75	-6	53	56	-2	8	4
žlutá	88	-6	95	86	-4	68	6	3