

Otázka: Výroba papíru z chemického hlediska

Předmět: Chemie

Přidal(a): Martin Bilek

Anotace

Svou ročníkovou práci jsem vypracoval na téma Výroba papíru. Je v ní zachycen kompletní postup při výrobě papíru od prvotních surovin, přes jejich zpracovávání, až po finální produkty papírenského průmyslu. Zaměřuji se v ní také na vývoj a předchůdce papíru na dálném východě a jeho expanzi do světa.

Úvod

Velkou inspirací pro zvolení právě tohoto tématu byla účast na Multioborové exkurzi, která byla pojata jako praktická výuka biologie, fyziky a chemie. Mimo jiné jsme navštívili areál firmy MONDI Štětí, která je největším celulózo-papírenským kombinátem na našem území. Papír je to podle mého názoru zajímavé téma neboť se papírem jako takovým, setkáváme v každodenním životě. Je pozoruhodné, s kolika druhy papíru přicházíme do styku, ať už se jedná o noviny, toaletní papír nebo klasický časopis. Existují ale i jiné ne tak známe a „jemné“ typy, jako je třeba papír pytlový. Toto si málo kdo uvědomuje a proto jsem se rozhodl výrobu a následné produkty papírenského průmyslu přiblížit čtenářům této práce. Neméně zajímavá je část zabývající se historií ohledně vzniku a vývoje materiálů používaných pro zaznamenávání myšlenek.

Historie papíru

Předchůdci papíru - Papyrus a pergamen

Papír. Setkáváme se s ním den co den, avšak málo kdo z nás si uvědomuje, jak dlouhou historii a jaký vývoj za sebou tento lidský vynález má. V dnešní době ho bereme jako naprostou samozřejmost, ale ne vždy tomu tak bylo. Už první lidé si nějakým způsobem předávali informace z generace na generaci za používání různých přírodních materiálů. První písma byla ryta do kamene primitivními nástroji už před mnoha tisíci lety. Kámen sice nevyžadoval žádnou náročnější úpravu a byl velmi dobře dostupný, avšak tesání do něj bylo poněkud náročné a pracné. Proto začaly staré civilizace hledat nová řešení. Na různých koutech světa se začaly používat odlišné materiály, jako například v Mezopotámii, kde lidé své myšlenky zaznamenávali na hliněných destičkách. V Indii k tomu sloužila stromová kůra, listy, dřevo a jiné přírodní suroviny. Obzvláště zajímavé jsou i čínské nejstarší zápisy, které byly nalezeny v želvých krunýřích. Každá z těchto metod měla ovšem s papírem jak ho známe dnes společné pramálo.

To změnil až vynález papyrusu ve starém Egyptě okolo roku 3000 př. n. l. Na jeho výrobu se používala rostlina zvaná šáchor papírodárný, jejíž stonky bylo třeba nařezat na tenké podélné proužky, které se máčely po dobu několika dní ve vodě aby změkly. Ty se poté kladly ve dvou vrstvách křížem přes sebe a stloukali dohromady speciálním kladivem. Jednotlivé listy se k sobě lepily škrobovým lepem a tak vznikaly dlouhé svitky. V pozdějších dobách, už na přelomu našeho letopočtu, byly jednotlivé listy vázány do tzv. kodexu. Tento způsob připomínal vázání knihy jak jí známe dnes. Listy byly popsány z obou stran, čímž se výrazně ušetřilo místo a takto psané knihy byly snáze skladovatelné. Po nějaké době lidé z papyrusu přešli na pergamen.

Pergamen byla zvířecí kůže, zbavená srsti a vyhlazená do hladka. Obvykle se na jeho výrobu využívala domácí zvířata, jako například ovce, vepř, kozy či hovězí dobytek. Hlavní předností pergamenu oproti papyru byla jeho pevnost a trvanlivost. Ovšem jednalo se o materiál podstatně dražší a náročnější na výrobu. Kůži bylo nejprve nutno zbavit chlupů pomocí loužení ve vápenném mléce po dobu 7 až 14 dní. Čistá kůže byla napnuta a vysušena a následně zdrsněna pempzou. Následoval už pouze bělení a finální vyhlazení pergamenu. Zajímavostí je, že pergamen se dá také využít jako blána na africké bubny.

Vznik papíru v Číně a jeho expanze

Ve starověké Číně přibližně před 4000 lety vznikla nová, velmi mocná kultura. Číňané vynalezli dokonce i vlastní znakové písmo, které bylo třeba na něco zaznamenávat. Nejprve používali

kůru a listy rostlin, nebo bambusové tyčky. Později se na psaní používaly dokonce hedvábné stuhy, avšak postupem času s rostoucí populací a poptávkou, začínaly tyto materiály být nedostačující. V roce 105 n. l. se čínský mistr Tsai Lun z provincie Hunan v jižní Číně pokoušel přijít na způsob, kterým nahradit drahé málo trvanlivé destičky v císařské knihovně za něco lehčího a odolnějšího. Z lýka větví moruše se mu podařilo vyrobit tzv. papírovou hmotu. Tu ještě dále zdokonaloval, například přidáváním kůrou stromů, slámou, konopím nebo starými rybářskými sítěmi. Suroviny se podle receptu povařily a rozmělnili na kaši, která byla nabírána na síto, kde později schnula. Suchý papír se už pouze odloupl ze síta a byl připraven k použití. Tento vynález shledal obrovský úspěch a Tsai Lun byl povýšen do šlechtického stavu. Čína si ovšem tento objev po dlouho dobu nechávala pro sebe a postup výroby papíru byl střeženým tajemstvím.

Tak ohromné území, jakým disponovalo čínské impérium v těchto dobách se samozřejmě nedá uhlídat a tak se tajemství šířilo do okolních států. Velkým zdokonalením si papír prošel například v Korei, kam se dostal již v roce 384 n.l. Právě v Korei vznikl první tištěný dokument a zrodil se zde i nápad používání papírových obálek.

V období arabských válek v 8. století bylo několik čínských vojáků zajato a posláno do Samarkandu (dnešní Uzbekistán), který byl pod arabskou nadvládou. Odtud se papír rozšířil po celém území ovládaném Araby a okolních částí světa.

Evropa

První dílny na výrobu papíru se v Evropě objevili roku 1144 v Xativě, městě ležícím v tehdy Araby dobytém Španělsku. Těm nevděčíme pouze za expanzi papíru do Evropy, ale také za objevení způsobu výroby barevného papíru. Ze Španělska se způsob výroby dostala do Itálie, která se v 13. století následně stala hlavním zásobovatelem papíru pro křesťanskou Evropu. I zde se samotná výroba zdokonalila, například se papír začal klížit zvířecím kličem, oproti dřívějšímu klížení škrobem. Itálie se stala opravdovou papírovou velmocí a svědčí o tom i turecké listiny z 15. století, psané zrovna na italském papíře. Během 14. a 15. století se papírnictví šířilo dále Evropou. Ve 14. století se objevují první papírny ve Francii, například ve městě Champagne, které ve velké míře zásobují okolní státy, především Německo. O dvě století později je ve Francii na 80 papíren a jejich počet stále roste. Papír se stává hlavním nositelem informace po celé Evropě a vynález knihtisku v roce 1445 Johannesem Gutenbergem ještě po něm akorát zvýší poptávku. Papírny na sterém kontinentu ovšem nejsou schopny zvýšit produkci natolik, aby bylo vyhověno všem zájemcům. Proto se na konci 18. století mnoho majitelů papíren snaží přijít s nějakou novou surovinou do výroby, která by zvýšila efektivitu

jejich výroby. Poté co mnohé suroviny jako například sláma, šišky nebo kopřivy nepřinášejí změnu k lepšímu, na řadu se v roce 1844 dostává dřevo. Velkou inovací ve výrobě se stává holendr. Jedná se o stroj, ve kterém se surovina mele, rozvlákňuje a bělí. Zde dostává papír své hlavní a typické vlastnosti. Hlavní součástí holendru je mlecí válec, který má ve svém plášti ocelové nože. Je vsazen do kádě s papírovinou, na jejímž dně jsou nože statické. Otáčením válce dochází k pohybu papíroviny, která se dostává mezi válec a nože a dochází ke mletí. Válcem šlo pohybovat ve vertikálním směru, čímž se řídil stupeň mletí.

České země

V Českých zemích se papírnictví, neboli bílé řemeslo, začalo rozmáhat už za vlády Karla IV. První papírna měla být údajně založena v druhé polovině 14. století na Chebsku, bohužel její existence není doložena. První tedy historicky doložená papírna pochází až z roku 1499. Počátkem 16. století se papírnictví na našem území začalo dařit a bylo zde vybudováno přes 20 papíren. O století později dokonce České země produkovaly 40% veškerého papíru v Habsburské monarchii.

Zatímco v Asii se pro výrobu papíru používala povětšinou rostlinná vlákna, buď přírodní nebo již zpracovaná (bavlna), v Evropě lidé vyráběli papír ze zpracovaných vláken a to z odpadku látek lněných a bavlněných. Tyto látky se nazývaly hadry a materiál z něj hadrovina. Hadry se nejprve očistily a byly zbaveny nežádoucích součástí, poté se třídily a řezaly na různých strojích, např. harořezech. Tyto stroje byly původně poháněny ručně, s postupem času a pokroku však lidskou silou vystřídala voda a jí následně motorové stroje. Takto získaná hmota se dále zvlákňovala hnitím v stoupech. Jedno se o zařízení, skládající se z dřevěných úzkých kádí, které se naplnily hadry jenž byly skrápěny vodou. Tato papírovina pokračovala do holendru a dále už na síta, kde z ní odkapávala voda a sušením vznikl papír.

Zásadní zlom nastal v roce 1779, kdy Francouz Louis Robert vynalezl mechanismus strojové výroby papíru, která byla v 19. století zdokonalena aplikováním nových chemických poznatků. Změnily se i suroviny pro výrobu, neboť hadry přestávaly stačit. Hadrovinu doplnila nejprve dřevovina a později buničina.

Moderní výroba papíru

Výroba papíru dnes je doprovázena mnoha složitými postupy a chemickými reakcemi. Papírenský průmysl má velké množství odvětví a postupy výroby se u jednotlivých produktů podstatně liší. Výrobky produkované papírenským průmyslem můžeme dělit:

- **Tiskové papíry** – novinový, knihtiskový, bankovkový, známkový, křídový aj.
- **Psací a kreslicí papíry** – ruční papír, strojový, průklepový
- **Obalové papíry** – balící, hedvábný, pergamenový, kartony
- **Technické papíry** – pytlový, cigaretový aj.
- **Tissue** – vícevrstevný

Z takového množství produktů vyplývá, že nejen postupy ale i suroviny se můžou při výrobě lišit. Základní surovinou pro výrobu všech zmíněných produktů je dřevo. U nás nejčastěji smrkové, které v našich podmínkách roste nejrychleji, ale můžeme se setkat i s jedlovým, borovicovým či topolovým. V důsledku využívání převážně smrkového dřeva, vzniklo mnoho monokulturních lesů. Hlavním požadavkem na dřevo je jeho vnitřní stavba a chemické složení. Dřevo je složitý heterogenní makromolekulární systém. Průměrně obsahuje 45% lineárního polysacharidu celulózy, 25% hemicelulózy, 25% ligninu, což je aromatický polymer, a 5% ostatních složek, jako je například vosk, oleje a minerální látky.

Celulóza je rostlinný polysacharid, tvořený řetězcem beta-D-gluporyranózy, spojené vazbou beta 1,4. Řetězce celulózy jsou nerozpustné ve vodě a mohou obsahovat více jak 1 000 jednotek sacharidu. Stáčením se celulóza shlukují do větších útvarů, které pak tvoří stěny buněk.

Hemicelulóza vzniká z různých cukrů a je podobně jako celulóza vláknitá. Její řetězce jsou ovšem kratší, tudíž hůře odolává chemikáliím a má podstatně nižší pevnost. Štěpí se kromě kyselin i v zásadách za vzniku jednoduchých cukrů, glukózy, xylózy (pravotočivá pentóza získaná hydrolýzou dřeva $C_5H_{10}O_5$) galaktózy a dalších.

Lignin má na rozdíl od celulózy a hemicelulózy amorfni strukturu, kterou vyplňuje prostory mezi nimi. Chemicky se jedná o deriváty fenilpropanu, které označujeme za prekurzory ligninu.

Ve dřevě plní funkci jakého si lepidla, které drží celulózová vlákna pohromadě a tím dodává dřevu jeho pevnost. Lignin je málo odolný proti zásadám. Toho se využívá při bělení papíru u sulfátového postupu, kdy se hodnota pH blíží 13.

Výroba sulfátové buničiny

Tři čtvrtiny z celé produkce komerčních vláknin patří sulfátové buničině. Při její výrobě je snahou nepoškodit makromolekuly celulózy v rostlinném vlákně a naopak rozrušit látky, jako je například lignin, které dřevu dodávají jeho tvrdost. Světové prvenství si výroba sulfátové buničiny vydobyla díky vynikajícím pevnostním a papírenským vlastnostem takto vyráběné buničiny a univerzální použitelností na všechny druhy dřeva. Hlavní výrobní složky jsou voda a dřevo, které obě spadají do tzv. obnovitelných zdrojů. Svůj název tento postup nese díky síranu sodnému (Na_2SO_4), i když je to poněkud zavádějící, neboť ten se tvoří až sekundárně z hydroxidu sodného a sulfidu sodného ($\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{S}$).

Zpracování dřeva

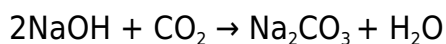
Celý proces začíná v lese, odkud je dřevo přiváženo do papírenského podniku buď už ve formě předem zpracovaných štěpků, nebo ve formě polen či kmenů. Štěpky jsou malé malé rozsekané kousky dřeva, které jsou jednou z hlavních surovin při výrobě papíru. V případě kmenů a větších částí dřeva je nejprve nutné tyto části zbavit kůry.- odkornit. To se děje buď za nebo bez přítomnosti vody v odkorňovacím bubnu. Klády v něm rotují a díky tomu o sebe navzájem drhnou, čímž se z nich odstraňuje kůra. Takto oddělená kůra je dále díky své výhřevnosti využívána jako palivo v následujících fázích výroby. Odkorněné dřevo je v sekačce štěpků štěpkováno a výsledné štěrky následně tříděny. Stejná velikost štěpků zajišťuje lepší vlastnosti buničiny a snižuje spotřebu surovin. Nadměrně velké štěrky se vracejí zpět do sekačky či drtiče, kde procesem projdou znovu.

Vaření štěpků

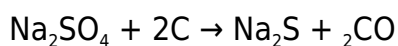
Ideálně velké štěrky se dále vaří v roztoku obsahující hydroxid sodný (NaOH) a sulfid sodný (Na_2S). Tento roztok se nazývá bílý louh. Při vaření dosahuje teplota 170 °C a tlak okolo 0,8 MPa a tím se štěpí vazby mezi ligninem a polysacharidy.

Regenerace

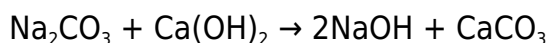
Lignin i s větší částí hemicelulózy přechází do výluhu, neboli černého louhu, který je po várce oddělován a odváděn do regeneračního systému. Regenerační systém zahrnuje proces regenerace anorganických varných chemikálií a likvidaci organických látek, ze kterých se získává energie. Pára vzniklá ve spalovacím kotli je využívána v odparce výluhů, které se zahušťují. K odparku se přidává Na_2SO_4 ke krytí ztrát Na_2S spotřebované na várce. V kotli při spalovacím procesu vyniká CO_2 a $\text{H}_2\text{O(g)}$. Vzniklý CO_2 se váže na NaOH za vzniku Na_2CO_3



Uhlík z neúplně spálených organických látek redukuje Na_2SO_4 na Na_2S :



Uhličitan sodný vzniklý při první reakce je ještě třeba převést na NaOH . Z pevného zbytku se z kotle vylouží $\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{CO}_3$ (dodá se navíc Na_2CO_3 k doplnění ztráty NaOH při várce). K tomuto roztoku se přidá vápenaté mléko pro reakci (tzv. Kaustifikace)



Z kaustifikace po usazení CaCO_3 odchází regenerovaný varný roztok obsahující $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{S}$ zpět do výroby. Takto se dá zregenerovat asi třetina látek obsažených ve výluhu.

Kontinuální a diskontinuální proces vaření

Celý proces vaření může probíhat na kontinuálních nebo na diskontinuálních hořácích.

Při použití kontinuální technologie je použit vysoký válcovitý vařák, uložený vertikálně, s nepřímým varným ohřevem. Štěpky válcem postupují plynulým samospádem dolů po dobu přibližně 2 hodin, přičemž procházejí všemi fázemi várky. Výsledkem tohoto vaření je buničina hnědé barvy, která obsahuje okolo 7% zbytkového ligninu.

Novější výrobní proces pracuje diskontinuálně a jeho finálním produktem je bělená buničina, která se dá dobře využít k výrobě bílých grafických papírů. Diskontinuální výroba disponuje větším množstvím vařáku, s navzájem postupnými pracovními fázemi. Jedná se o technologii vytěšňovací, založenou na přepouštění roztoků mezi vařáky, které mají společnou sběrnou nádrž produktu. I tato buničina obsahuje určité množství vláken, svazků a příměsí, kterých je třeba se zbavit. Takto získaná buničina obsahuje 4% ligninu.

Další zpracování várky

Po obou druzích vaření je nutné vzniklou buničinu vyprat a protřídit. Dochází zde k dodatečné delignifikaci, za pomoci kyslíku (O_2) v alkalickém prostředí za přítomnosti hydroxidu sodného (NaOH), thiosíranu (S_2O_3) a síranu hořečnatého ($MgSO_4$). Pro uskutečnění reakce je třeba tlaku 2,5 MPa a teploty 95 °C. Obsah ligninu se tímto způsobem sníží na 1,8%, avšak bělost papíru je stále velmi nízká. Takto vzniklá sulfátová buničina je velmi pevná a vhodná pro výrobu technických papírů, např. pytlového.

Avšak pro výrobu papíru bělejšího a jemnějšího je nutné buničinu dále bělit, čímž se odstraní nebo zoxiduje zbylý lignin s nečistotami a takto se dosahuje určitých kritérií ohledně bělosti, jemnosti a pevnosti. Samotné bělení může probíhat dvojím způsobem a to metodami ECF (Elemental Chlorine Free) nebo TCF (Totally Chlorine Free). Dřívější metody využívaly při bělení elementární chlór, který měl nepříznivé enviromentální dopady. Metoda ECF nepoužívá elementární či plynný chlór, ale při jejím průběhu se objevují sloučeniny chlóru, jako například oxid chloričitý (chlordioxid – ClO_3). Za zcela ekologickou můžeme považovat metodu TCF, která ovšem vyžaduje náročnější podmínky, jakožto teplotu 100 °C, vysoký tlak a pH 11. Celosvětově více využívaným postupem je ECF, který probíhá ve čtyřech fázích. Bělení se postupně účastní chemikálie jako chloroxid, v alkalické extrakci kyslík (O_2) a peroxid vodíku (H_2O_2), chlordioxid a opět peroxid vodíku s kyslíkem. Chloridoxid je nestálý plyn a proto musí být vyráběn přímo na

místě spotřeby:



Stejným způsobem jako byla tříděna nebělená buničina se provádí i konečné třídění bělené buničiny, která je dále zpracovávána k výrobě papíru.

Výroba sulfitové buničiny

Výroba buničiny sulfitovou metodou je dnes již poměrně zaostalým způsobem. Poslední dobou její podíl na výrově stále klesá a dnes je takto vyráběno pouze 10% celkové buničiny. Není určena jako alternativa sulfátové ale spíše pro speciální účely při výrobě papíru. Ve varném procesu jsou hlavně zastoupeny vodné roztoky oxidu siřičitého (SO_2), vápenatého (CaO) a hořečnatého (MgO). Hlavní důvody omezení výroby sulfitové buničiny a její nevýhody jsou:

- Při kyselém varném procesu nelze použít borovice.
- Pevnostní vlastnosti jsou horší než u sulfátové.
- Řešení enviromentálních problémů je nákladnější

Sulfitový proces má ovšem také jisté výhody, jako je například možnost výroby několika typů buničiny, změnou hodnoty pH, která se ovlivňuje dávkováním a složením chemikálií.

Začátek procesu zahrnující odkorňování, štěpkování a třídění je stejný jako u sulfátové buničiny, avšak rozdíl nastává na začátku delignifikace. Působením kyselého siřičitanu vápenatého (CaSO_3) na dřevo vzniká pevná sůl kyseliny ligninsulfonové, která se během várky hydrolyzuje a rozpouští, přičemž uvolňuje kýženou celulosu. Vaření dřevěných štěpků probíhá v diskontinuálních vařácích, za teploty dosahující 150 °C po dobu 8 až 12 hodin. Obsah zbytkového ligninu a tudíž i vlastnosti buničiny lze v průběhu vaření do jisté míry regulovat pomocí dávkování siřičitanu vápenatého nebo kyseliny siřičité (H_2SO_3). Po dokončení várky se buničina dostává do expanzních nádrží a celý proces se několikrát opakuje. Je-li buničina připravena na další zpracování, přečerpává se do prací linky. V tomto okamžiku má buničina mnoho svazků vláken a jiných příměsí, kterých je třeba se zbavit. Nejprve dochází ke hrubému třídění, při němž se užívá odsukovačů. K odstraňování těžších částeczek slouží tzv. písečník, který zbavuje

buničinu písku, cementu a jiných těžších nečistot. Poté se buničina pere v bubnových pračkách, aby došlo k co nejlepšímu vyčištění. Po vytrídění a vyprání je roztok oddělen od buničiny a stává se z něj výluh nebo „slabý“ výluh. Ten je stejně jako u sulfátové buničiny odváděn do regeneračního cyklu, kde je nadále zpracováván přidáváním kyselin, aby bylo možné jeho znovupoužití. Následujícím krokem je kyslíková delignifikace, která se při výrobě sulfitové buničiny využívá podstatně méně než u sulfátové. Na tu navazuje systém bělení, jehož vody se ovšem nedají navrátit do regeneračního cyklu, jakož tomu je u delignifikace. Bělení neprobíhá za přítomnosti elementárního chlóru, nýbrž je využíván kyslík, oxid siřičitý a peroxid vodíku. Po ukončení bělení nastává finální třídění buničiny a její ředění vodou. Takto vzniklá buničina je připravena k dalšímu využití.

Výroba papíru

Hlavními výrobními složkami papíru jsou vláknina, voda a papírenské chemikálie. Využívaná vlákna mohou být buď primární nebo recyklovaná, avšak většinou se používá jejich směs. Jejich výroba již byla popsána v předchozích kapitolách a zde už bude popsána samotná výroba papíru. Celý tento proces je velmi energeticky náročný, jak už na elektrickou energii, tak na teplo. Papírny jsou schopny část tepla si samy vyrobit a následně ho využít, zejména při sušení papíru. Ke zlepšení podmínek a zefektivnění provozu se používají různé chemikálie a aditiva, která mají velký vliv nejen na konečné vlastnosti papíru, ale také na nákladnost celého výrobního procesu a environmentální dopady.

Vláknitá surovina je nejprve rozvlákňována, při čemž dochází ke zkracování vláken, čištěna a míchána. Při rozvlákňování dochází k fibrilaci, to jest „roztřepení“ na vlákenka – fibrily. Podle typu papíru se do suspenze přidávají různá plnidla, jako například kaolín, syntetické klížíci prostředky, barviva a jiné přísady. Jedná se o základní proces výroby samotného papíru, neb připravuje vlákna do stavu, ve kterém je bude možno využít na papírenském stroji. U určitých druhů papíru se samozřejmě požadavky na jednotlivé fáze postupně liší, ale princip zůstává stejný.

Vláknitá kaše je zaváděna do papírenského stroje, kde se nanáší na jemné síto. Zde odtéká voda, zatímco vláknitá hmota zůstává na sítu. Tato část se nazývá vakuovou sekcí, neboť se zde tímto způsobem odcedí voda. Papír je odvodněn na 10 – 20% sušiny a po 10 metrech se stává samostatným, tudíž může pokračovat dále do lisové a sušící sekce. Z vakuové sekce papírový pás putuje do lisové části, kde opět dochází k sušení, tentokrát až 50%. Poslední částí

papírenského stroje se sušící sekce, kde je list papíru veden přes parou ohřívané válce zakrývaných sušícím krytem. Válce udávají papíru rychlost až 900m/min. Taková rychlost je nezbytná, aby se zabránilo tvorbě usazenin vedoucích k přetrhnutí papíru. Papírenský stroj může disponovat až několika desítkami těchto válců. Papír opouštějící stroj je už dále balen a zpracováván na jednotlivé výrobky.

Každý druh papíru může v papírenském stroji ještě navíc procházet několika dalšími úpravami, v závislosti na jeho druhu a vlastnostech. Jedná se o:

- Klížení
- Natírání
- Barvení
- Kalandrování

Klížení probíhá na klížícím lisu, jenž je součástí papírenského stroje. Papír se zde namáčí či natírá kličem, čímž se zvyšuje jeho pevnost a snižuje přirozená savost. Výsledkem je papír, na jehož povrchu se inkoust ihned nerozpívá, dále fotografický papír a papír tiskařský. Klížení může probíhat buď v mokré části, kdy se klížidlo přidává již do samotné zanášky, nebo klížení povrchové, při němž je klížidlo na papír nanášeno mezi dvěma válci. V dřívějších dobách byl klich tvořen z kostí, kůže, kopyt nebo rohů zvířat. Dnes se již využívá směs rostlinného klichu se síranem hlinitým ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$). Tato směs s výtažkem z přírodní pryskyřice, která má hydrofobní účinky, vniká vařením do suspenze a tím mění její vlastnosti. Nejmodernějším způsobem klížení papíru je ovšem využívání syntetických látek, jako jsou například deriváty škrobu. Ty působí v alkalické oblasti a tím zamezují stárnutí papíru.

Natírání je proces, při kterém se aplikuje směs vody, bílých pigmentů, pojiv a jiných přísad na jednu nebo obě strany papíru. Dosáhne se tím vytvoření specifických povrchových vlastností, jako nese např. křídový papír. Samotné natírání může buď probíhat na papírenském stroji, nebo mimo něj na samostatném natíracím.

Kalandrování vyhlazuje povrch papíru do hladka, aby splňoval požadavky na psaní a tištění. Papír při něm prochází mezi dvěma k sobě přitlačenými hladícími válci, na něž působí tlak a teplota. Existuje také způsob tzv. suerkalandrování, který vylepšuje potiskovatelnost papíru pro

tisk obrázků a fotografií, neb se tím zvyšuje i jeho lesk.

Barvení je způsob, jak u papíru dosáhnout bělosti, anebo jiného barevného odstínu. Při výrobě bílého papíru se používá pouze nepatrné množství barviv a tomuto procesu se říká tónování. Používaná barviva můžeme rozdělit na nerostná a organická. Mezi nerostná se řadí ultramarín, berlínská modř, chromová žluť a okr. Anilinové barvy které se řadí mezi nerostná barviva mají nespočet různých odstínů a barev. Barvivo je možné vnášet přímo do suspenze nebo, v opačném případě, natírat povrch papíru.

Použití v praxi

Produkty papírenského průmyslu, nacházejí mnohé uplatnění v běžném životě. Většinou se ovšem nejedná o přímo papír vyrobený výše zmíněným způsobem, ale o nějaký, z něj vyrobený a upravený produkt. Typickým příkladem jsou noviny, časopisy a jiné tiskoviny. Papír pro jejich tvorbu po vyjmutí z papírenského stroje musí ujet ještě dlouhou cestu, na jejímž konci bude váš oblíbený ranní plátek. Z více vrstevného papíru je možné vyrábět kapesníky či toaletní papír. Mimo jiné nachází své uplatnění v medicínském prostředí, jako součást ochranných roušek. Méně známým druhem je pytlový papír. Ten vyniká svou pevností a proto se do něj mohou balit různé šterky a jiné násypy.

Všechny velké firmy, pohybující se v papírenském průmyslu v České republice, jsou součástí tzv. Asociace českého papírenského průmyslu. Spadají pod ní jak právnické tak fyzické osoby podnikající v odvětví papírenského průmyslu nebo souvisejících oblastech a státní školská zařízení zaměřená na papírenský průmysl. Asociace reprezentuje své členy při jednání se státními orgány, odborovými a mezinárodními organizacemi. Historie asociace sahá až do dob Rakouska-Uherska. V roce 1872 vznikl Svaz výrobců papíru, který sdružoval české průmyslníky. V současné době (2015) je v Asociaci zastoupeno 12 firem a 2 školy. Hlavním představitelem a prezidentem je ing. Petr Sedláček, který je zároveň technickým ředitelem Mondi Štětí a.s. Zajímavostí jenž je třeba zmínit je odporný časopis PaC, který Asociace vydává již od roku 1946. V současné době se jedná o dvouměsíčník, čítající nejméně 32 stran. Své odběratele nachází zejména papírenskými firmami a jednotlivými odborníky z tuzemska i zahraničí.

Závěr

Na závěr bych rád shrnul mé poznatky ohledně této práce. Po jejím dokončení se domnívám, že i takové téma jako je Výroba papíru a navíc ještě z chemického hlediska, může být dost zajímavé a plné nových informací. Jedná se o něco, s čím není každý student dopodrobna seznámen a doufám, že jsem zpracováním tohoto tématu napomohl tuto nevědomost alespoň částečně změnit.

Práce může být dále využita případnými zájemci o toto téma, kteří si chtějí rozšířit své vědomosti.

Seznam použité literatury

P. V. Šumilov, B. I. Numerov – Technologie papíru

F. Zuman – Knížka o papíru

1. [Polysacharidy – maturitní otázka z chemie](#)
2. [Alkalické kovy – maturitní otázka z chemie](#)
3. [Jak vzniká sklo – referát z chemie](#)