9.ODPADNÍ VODY V PAPÍRENSKÉM PRŮMYSLU

Při formování listu na sítě papírenského stroje odchází ze sítové a lisové části voda, která obsahuje dřevní vlákna, plnidla a zčásti i klížidla. Množství těchto látek v odpadových vodách je velmi variabilní a je podmíněno místem vzniku (výskytu) odpadové vody, rychlostí stroje a jeho konstrukčními zvláštnostmi, hustotou síta a druhem vyráběného papíru.

Voda, která obsahuje dřevní vlákna a plnidla, se v technologii opět používá na další ředění anebo v přípravně papíroviny. Nazývá se zpáteční anebo recirkulující voda. Zachycené zahuštěné pevné podíly se přidávají do nátoku spolu s vodou malého okruhu. Malý (primární) okruh cirkulujících vod představuje hromadění podsítových vod a jejich dopravu pomocí čerpadla na ředění papíroviny před papírenským strojem. Přepadová nadbytečná zpáteční voda se přivádí do zařízení na primární čištění vod (čištění prvního stupně). Voda, která odtéká z primárního čištění anebo bez čištění odtéká od papírenského stroje, se nazývá odpadová voda.

Největší množství vody se z papíroviny odděluje v registrační části papírenského stroje (75-90% z celkového množství), sací skříně odvodňují 5-25%, gaučový lis odvodňuje 1-2% a lisová část 1-2% vody. K tomuto objemu odpadové vody je nutno připočíst objem vody z ostřikování síta, plstěnců, vodu z těsnění čel sacích skříní, vakuových čerpadel apod. Charakteristika odpadových vod od papírenského stroje vzhledem k obsahu dřevních vláken, plnidel a klížidel je velmi rozdílná a závisí na místě výskytu, na typu stroje, druhu papíru apod.

Nejvíce vláken a plnidel obsahuje voda z registrové části papírenského stroje (3-4 g/l), méně pak voda ze sacích skříní. Voda z ostřiku síta obsahuje relativně méně vláken a plnidel, podobně tak i voda z praní plstěnců. Voda z ostřiku uzelníků mívá též dosti vysoký obsah vláken, zvláště tehdy, jsou-li uzelníky přetížené.

Přebytečná voda postupuje od jednotlivých papírenských strojů na druhý stupeň čištění. Na druhý stupeň čištění jdou dále splaškové vody, které vznikají v důsledku větších či menších provozních poruch. Mimo to představují součást pravidelného nátoku na druhý stupeň i výplivy z posledního stupně třídění. Splaškové vody a výplivy zanáší do druhého stupně dlouhovlákenný materiál. Látky zachycené z přepadů okruhových vod představují méně hodnotný jemný podíl a plnidla. Schematicky je popsaný systém znázorněn na obr.č.124. Vodu ze druhého stupně je možno zčásti nebo zcela vracet do papírny jako čistou vodu. V této vodě roste obsah rozpustných látek. Sediment lze odvodnit a předat ke zpracování nebo zneškodnění. Možnosti jsou tyto:

1)*Zkrmování* – jako součást průmyslových krmiv

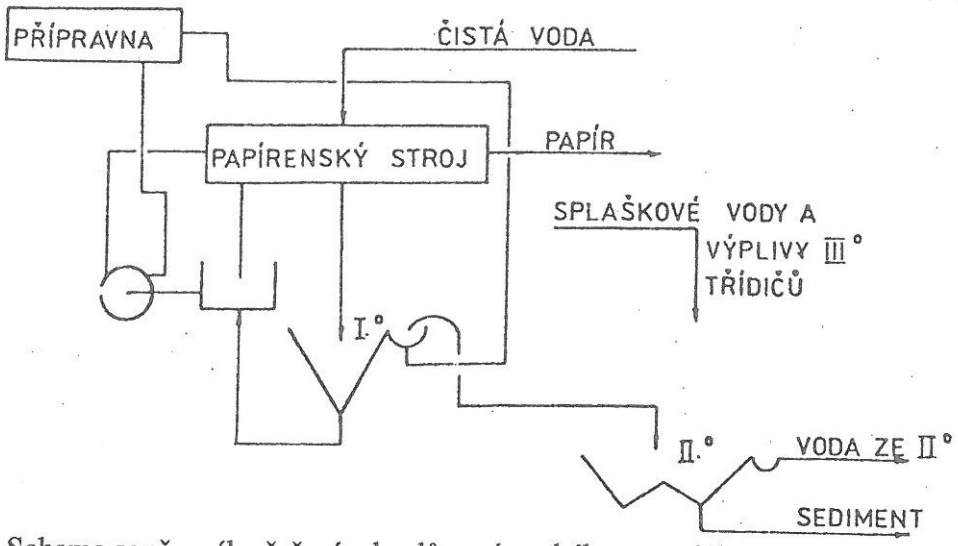
2)*Zpracování hydrolýzou* – na glukózu a zkvašováním na etanol. Tato metoda umožňuje využívat celulózovou složku, přítomnou ve směsi s kaolínem, příp.dalšími látkami

3)*Spálení organického zbytku* - s cílem regenerace kaolínu. Spalování je nutno řídit tak, aby nebyla porušeny jeho vlastnosti a aby nebyl dehydratován

4)*Papírenské využití* – zachycená vlákna se zpracovávají s přídavkem méně hodnotných vláknitých surovin, zejména obalového materiálu použitého při transportu buničiny, případně sběrového papíru na balicí papíry

5)*Zneškodnění zavážením* – představuje ztrátu materiálu a vyžaduje nákladný transport nákladními automobily na stále větší vzdálenosti povolených skládek odpadů. Z perspektivního hlediska je nutno tento způsob považovat za neúnosný

6)*Kompostování* – představuje vypouštění odpadní vody z prvního stupně čištění do recipientu přes zdržnou nádrž, která je vlastně zachycovacím zařízením, jež se čistí v dlouhých intervalech. Zachycená vlákna je možno po vyčištění (oddělení hrubých podílů) zpracovat na výrobky, u kterých se nevyžaduje čistota.



Obr.č.124 - Schema současného řešení odpadů papírenského materiálu

Povinnost čistit odpadní vody vyplývá z ekonomických a morálních principů. Z ekonomických proto, že část materiálu, která se při čištění oddělí od odpadních vod, se může vrátit zpět do výroby. Zvýšené využití zpětných vod ve většině případů přináší i další výhody: snížení spotřeby čerstvé vody a tím i snížení nákladů na úpravu a transport čerstvé vody, snížení podílu ztrát v odpadních vodách, v cirkulující vodě se nacházejí jemná vlákna a plnidla, která zlepšují vlastnosti papíru, zvýšení teploty celého systému a tím snížení viskozity vody, což zvyšuje účinek odvodňování lisováním a vede ke zvýšení sušiny papírového pásu na konci papírenského stroje a ke zvýšení jeho výkonu.

Zaokruhování vody v papírenském průmyslu

Spotřeba vody na jednotku výroby je ukazatelem vyspělosti papírenské technologie. Zvláště v dnešní době, za silných ekologických tlaků, je nutno maximálně zintenzivnit zaokruhování vody. V odpadní vodě odcházejí dřevní vlákna, plnidla, ale i tepelná energie. Voda čerpaná do papírny z recipientu musí být upravovaná. To klade nároky na energii, zařízení i práci. Pro papírenské použití, zvláště při výrobě bílých papírů, je nutno dokonale odstranit z vody sedimentující látky. Množství vody na hmotnostní jednotku papíru je závislé na druhu vyráběného papíru. Pro výrobu papírů nízké plošné hmotnosti je obvykle nutno používat více čerstvé vody než při výrobě papírů o vyšší plošné hmotnosti. Při výrobě speciálních papírů je nutností vypuštění okruhové vody z předchozí výroby. Takové opatření, zejména jde-li o výrobu malého množství speciálního papíru, rovněž zvyšuje měrnou spotřebu vody. Dále množství čerstvé vody závisí na systému práce s okruhovou vodou a na vybavení závodu.

Zokruhování vyžaduje složitější rozvod vody. Pracuje se totiž s vodou vyčištěnou, s vodou s vlákny a s vodou čistou. Pro tyto vody je nutný potrubní systém, čerpadla a zásobní jímky. Voda vystupuje do papírenského stroje spolu se surovinami (buničinou, polobuničinou, dřevovinou, plnidly, klížidly apod.). Další množství vod vstupuje do systému ostřikovými trubkami (ostřik síta, čištění plstěnců, ostřik válců na sítě apod.).

Jednotlivé spotřeby vody se dají rozdělit do několika skupin:

1)*Voda, jejíž spotřeba je úměrná produkci,* tj. voda na rozvláknění suspenze, respektive voda, která přišla s vláknitými surovinami. Dále voda potřebná na ředění papíroviny v přípravně na papírenském stroji.

2)*Voda, jejíž spotřeba závisí na šířce papírenského stroje.* Je to voda potřebná na ostřik síta, vodících válců a gauče, na ředění výmětu v gaučové jímce, na praní plstěnce a ostřik zahušťovacího válce na výmět.

3)*Voda, jejíž spotřeba je v určitých mezích konstantní.* Je to voda pro pěnové stříčky, postranní stříčky těsnění sacích skříní.

Měrná spotřeba vod 2) a 3) na hmotnostní jednotku papíru klesá s rostoucí produkcí papírenského stroje. Některé z uvedených vod lze zavést do prvního stupně a tím do okruhu papíru, některé je nutno vypouštět do druhého stupně. Důvody pro vypuštění mimo okruh jsou například:

1)*Přebytek vody* – jako důsledek čerpání suspenzí z celulózky a brusírny. V tomto případě se může vracet přebytek vody do celulózky nebo brusírny, musí k tomuto účelu však být vybudován potrubní systém.

2)*Používání čerstvé vody v papírně.* Oprávněné je používání čerstvé vody pro praní plstěnců. Podle typu výroby a podle typu pračky není nutno trvale prát čistou vodou. Při použití asi 30 l čerstvé vody na kilogram vyráběného papíru nehrozí nebezpečí enormního rozvoje slizů, zvýšení kyselosti a koncentrace solí. Klesá-li spotřeba čerstvé vody pod tuto hranici, je nutno s výše uvedenými potížemi počítat.

Přílišné uzavření vodních okruhů vede ke zvyšování koncentrace rozpustných látek, jako solí, uvolňujících se při klížení, a vodného extraktu buničiny, dřevoviny apod.

Čištění papírenských vod sedimentací

Sedimentace v usazovácích různého typu je nejobvyklejším způsobem čištění okruhové vody. Sedimentaci vyjadřuje *Stokesův* vztah pro kulovou částici:

$$v = \frac{2 \cdot r^2 \cdot \Delta\rho \cdot g}{9\eta}$$

v - rychlost sedimentace (m/s)

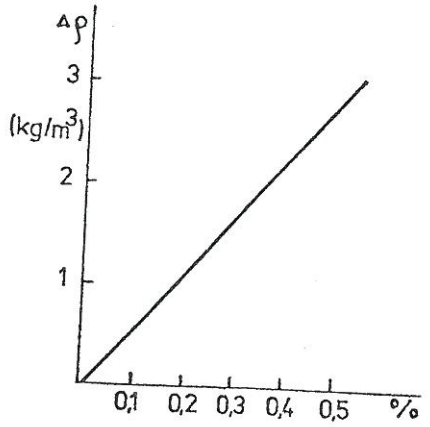
r - poloměr částice

$\Delta\rho$ - rozdíl hustoty kapaliny a částice

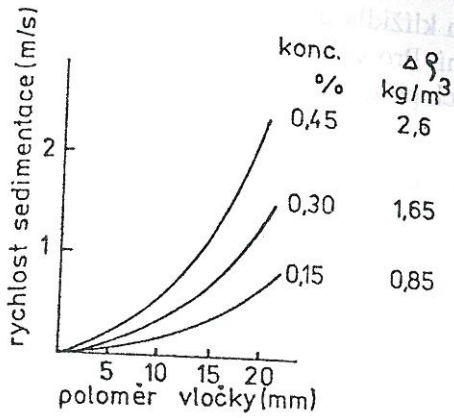
η - viskozita

g - 9,81 m/s^2

Vlákna obvykle sama nesedimentují. Při koncentracích, obvyklých ve vodách velkého okruhu , dochází k vytváření vloček. Čím jsou vločky větší -r, tím i sedimentace je rychlejší. Hodnota $\Delta\rho$ závisí na koncentraci vločky. Za předpokladu, že vločka sedimentuje jako kulovité těleso a že nedochází k pozorovatelné permeaci vody mezi vlákny ve vločce, koncentrace vloček se blíží koncentraci samovolně sedimentací zahuštěné papíroviny. Podle stupně mletí a typu látky kolísá tato hodnota v rozmezí 0,15-0,45%. Vztah mezi rozdílem hustoty suspenze a vody v závislosti na koncentraci suspenze je na obr.č.125.



Obr.č.125 –Vztah mezi rozdílem hustot suspenze a vody v závislosti na koncentraci suspenze



Obr.č.126–Vztah mezi rychlostí sedimentace a velikostí vločky

Na obr.č.126 je uveden vztah mezi velikostí vločky a teoretickou rychlostí sedimentace pro oblast koncentrací, které můžeme ve vločkách očekávat. Koncentrace vločky je tím vyšší, čím méně se vlákna odpuzují, tj. čím nižší je jejich elektrostatický náboj. Poloměr vloček je pod 10 mm. Kaolín, pokud se naadsorbuje na vlákna, zvyšuje hodnotu Δρ a tím zrychluje sedimentaci. Volné částice kaolínu jsou příliš malé a přes značnou hustotu prakticky nesedimentují.

Odpadní voda jdoucí na sedimentační zařízení, se upravuje. Sedimentační zařízení má uklidňující zónu, kde dochází k vytvoření vloček následkem zpomalení proudu. Z této zóny přechází odpadní voda do sedimentačního prostoru, který bývá obvykle kuželovitý. Ze špičky kužele (dole) se odebírá sediment. Ze základny, která je umístěna nahoře, odchází vyčištěná voda. Přetížení sedimentačního zatížení nebo zhoršené odvzdušnění látky vede k poklesu účinnosti systému. Vyčištěná voda při dobré funkci sedimentačního zařízení obsahuje 10-50 mg papíroviny na litr. (Zahuštěná papírovina přicházející na papírenský stroj má cca 500 mg/litr, u plněných papírů cca 900 mg/litr). Sedimentační zařízení mívají zpravidla veliký objem. Při výrobě barevných papírů, jakož i při výrobě papírů, jejichž okruhové vody nesmějí obsahovat některé složky, např. síran hlinitý, přináší tato skutečnost značné potíže. Z těchto důvodů se koncentruje výroba speciálních papírů, citlivých na vlastnosti okruhové vody, na oddělený papírenský stroj, který je přizpůsoben z hlediska čištění okruhů. V opačném případě je nutno pro okamžitý nedostatek okruhové vody používat čerstvou vodu, což vede k nekontrolovatelnému nárustu spotřeby čerstvé vody a zároveň i k růstu přebytku vody, která jde na druhý stupeň. U sedimentačních systémů je třeba zajistit plynulý přítok vody a nedoporučuje se těchto systémů používat k tlumení nárazů. Nepravidelnost vyvolaná odběrem narušuje sedimentaci a zhoršuje výsledky čištění.

Čištění vod flotací

Okruhová voda, která neobsahuje plnidla, se dobře čistí *flotací.* Zavzdušnění papíroviny nebo vyloučení bublinek vzduchu působením podtlaku vede k oddělení vláken od vody do vytvořené pěny. Flotační zařízení mají menší objem než sedimentační systémy. To je výhodné pro výrobu papírů, u nichž je nutno měnit okruhové vody (zabarvení). Do odpadní vody se dávkují flotační činidla, například pryskyřičný klih. Oddělená vlákna „přinášejí“ tento prostředek do výroby papíru a při výrobě klížených papírů se dá s tímto přísu-

nem klížidla počítat. Flotační lapače jsou na rovnoměrnost zařízení citlivější než sedimentační. Pro velké výrobní systémy, jakož i tam, kde se málo mění vyráběný sortiment, není jejich používání výhodné.

Čištění vod filtrací

Tento způsob čištění je výjimečný, pokud za filtraci nepovažujeme systémy, kterými odstraňujeme z vody vlákna (například z nátoku na druhý stupeň v případech, kdy při havárii nebo při dlouhotrvajícím prostoji dochází k úniku suroviny mimo čistící systém příslušného papírenského stroje). Voda je filtrována sítem, na kterém se případně vytvoří předfiltrační vrstva. Zachycená vrstva vláken se odděluje škrabákem v zahuštěném stavu a může být zpracována.

10.PŘEHLED HLAVNÍCH VÝROBKŮ PAPÍRENSKÉHO PRŮMYSLU

Papírenský průmysl vyrábí široký sortiment výrobků (papírů a lepenek), nejvíce jako surovinu pro další zpracovatelská odvětví. Na každou skupinu papírů jsou kladeny při zpracování nebo při používání různé požadavky, kterým papír nebo konečný výrobek z papíru musí vyhovovat.

10.1 Grafické papíry

Grafické papíry představují významnou skupinu papírenské produkce, zajišťující výrobu tiskovin, časopisů, knih, sešitů, psacích papírů apod. Základní rozdělení a charakteristiky jsou tyto:

1)Podle skladby vláken : bezdřevé, středně jemné (50% dřevoviny), dřevité (nad 65% dřevoviny. Výjimkou je novinový papír – obsahuje 80-90%, i více%, dřevoviny.
2)Podle úpravy povrchu :strojně hladké (10-60 s dle Bekka), hlazené (50-200), natírané a hlazené (200-1000).
3)Podle použití: tiskové (obsah plnidel 10-25%, klížení nižší), psací (obsah plnidel 3-9 %, klížení vyšší).
4)Tiskové papíry podle tiskové techniky:

		knihtisk	*ofset*	*hlubotisk*
povrchová pevnost	-	žádoucí	žádoucí	není potřebná
viskozita barvy	-	vysoká	vysoká	nízká
obsah plnidel	-	10 – 17 %	10 – 17 %	18 – 25 %

Tiskové papíry podle způsobu tisku:

		Tisk na kotouče	Tisk na archy
mechanické vlastnosti	-	vyšší	nižší
rozměrová stálost	-	nižší	vyšší