

CELULOZA I TEHNOLOGIJA PAPIRA

Ljerka Kratofil Krehula
krehula@fkit.hr

Tehnologija poluceluloze

POLUCELULOZA

Za dobivanje jednostavnijih papira, tj. papira niže kvalitete i manje zahtjevnosti što se tiče svojstava, proizvodi se poluceluloza (sadrži hemiceluloze i lignin). Ovaj je tehnološki postupak jednostavniji.

Drvo se sastoji od otprilike 40 % celuloze, 30 % hemicelululoze i 30 % lignina.

Poluceluloza se može definirati kao **vlakna srednje kvalitete** koja se nalaze između

celuloze (kvalitetan proizvod)
i drvenjače (proizvod niže kvalitete).

Faze procesa dobivanja poluceluloze:

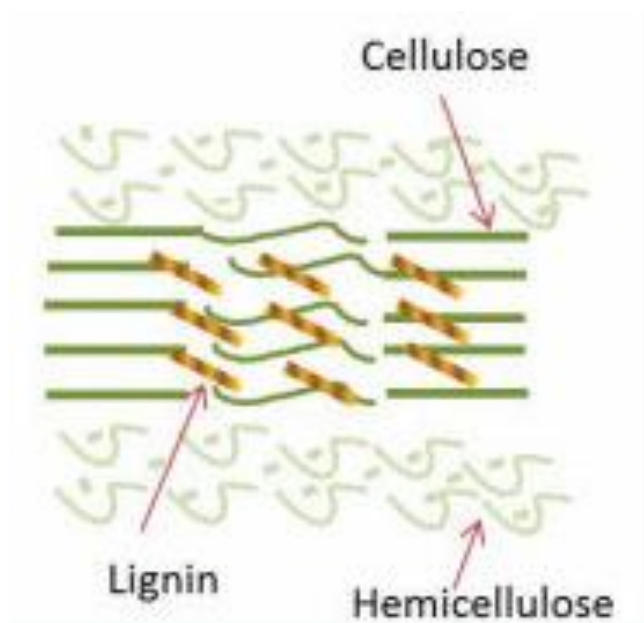
- | | |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| 1. priprema sječke | 5. primarno mljevenje poluceluloze |
| 2. priprema kemikalija | 6. pranje poluceluloze i odvajanje |
| 3. proces impregnacije sječke | crnog luga |
| 4. kuhanje sječke | 7. sekundarno mljevenje poluceluloze |

- Prinos iz drvene sirovine: - pri proizvodnji celuloze: manji od 65 %
- pri proizvodnji poluceluloze: od 70 do 85 %
- pri proizvodnji drvenjače: od 90 do 95 %

Proizvod poluceluloza sadrži puno lignina i hemiceluloza.

Za proizvodnju se koristi **drvo listača**, ponekad i bez otkoravanja što snižava cijenu postupka. Dakle, glavna je sirovina za proizvodnju poluceluloze drvo listača jer sadrži manje lignina.

Procesom kuhanja drvo se omekša, olabavljuje se srednja lamela i tako se iz drvnih stanica djelomično oslobađa lignin.



A. Madhloom, N. J. Kadhum, Furfural production based cellulosic garbage, Plant Archives 19(2):345-350.

Proizvodnja poluceluloze osniva se na tome da se u prvom stupnju djelovanja raznih kemikalija (Na_2SO_3 , Na_2CO_3 , NaOH) izdvoji iz usitnjenog drva samo jedan dio lignina 20-50 %, a dio izdvojenih hemiceluloza (pentošana i heksošana) iznosi 30-40 % od ukupne količine. Zatim se u drugom stupnju vlakna drva mehanički razvlaknuju i defibriraju.

Poluceluloza se proizvodi postupcima u kontinuiranim kuhačima i to na sljedeće načine:

1. neutralno-sulfitnim postupkom:

NSSC (Neutral Sulfit Semichemical)

2. hladnim natronskim postupkom:

CCSC (Cold Caustic Semichemical)

3. postupkom s natrijevim karbonatom

ili kombiniranim postupkom s natrijevim karbonatom i natrijevim hidroksidom

Neutralno-sulfitni postupak (NSSC) često se primjenjuje, a ***daje visoka iskorištenja i svijetlu polucelulozu*** koja se lagano izbjeljuje. Neutralna sredina mora se održati da se spriječi hidroliza ugljikohidratnih dijelova drva, a da se u isto vrijeme olabavi struktura drva, otapanjem intraceluloznog dijela.

Lug se sastoji od otopine Na_2SO_3 ili $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ i Na_2CO_3 ili NaHCO_3 , a najčešće od Na_2SO_3 i Na_2CO_3 u omjeru 10:1 ili 1:1.

U procesu kuhanja, iz drva se izdvajaju organske kiseline kao što je octena i mravlja koje snizuju pH luga.

Cooking Condition	NSSC Pulping	Cooking Condition	NSSC Pulping
Chemical charge	Sodium sulfite (Na_2SO_3) and bicarbonate (NaHCO_3)	Chemical charge	10 and 20
Liquor-to-Bagasse ratio	10:1	Time of Impregnation (min)	30
Cooking temperature ($^{\circ}\text{C}$)	170	Cooking time at maximum temperature (min)	30 and 40

Uvjeti kuhanja otpadaka šećerne trske NSSC postupkom

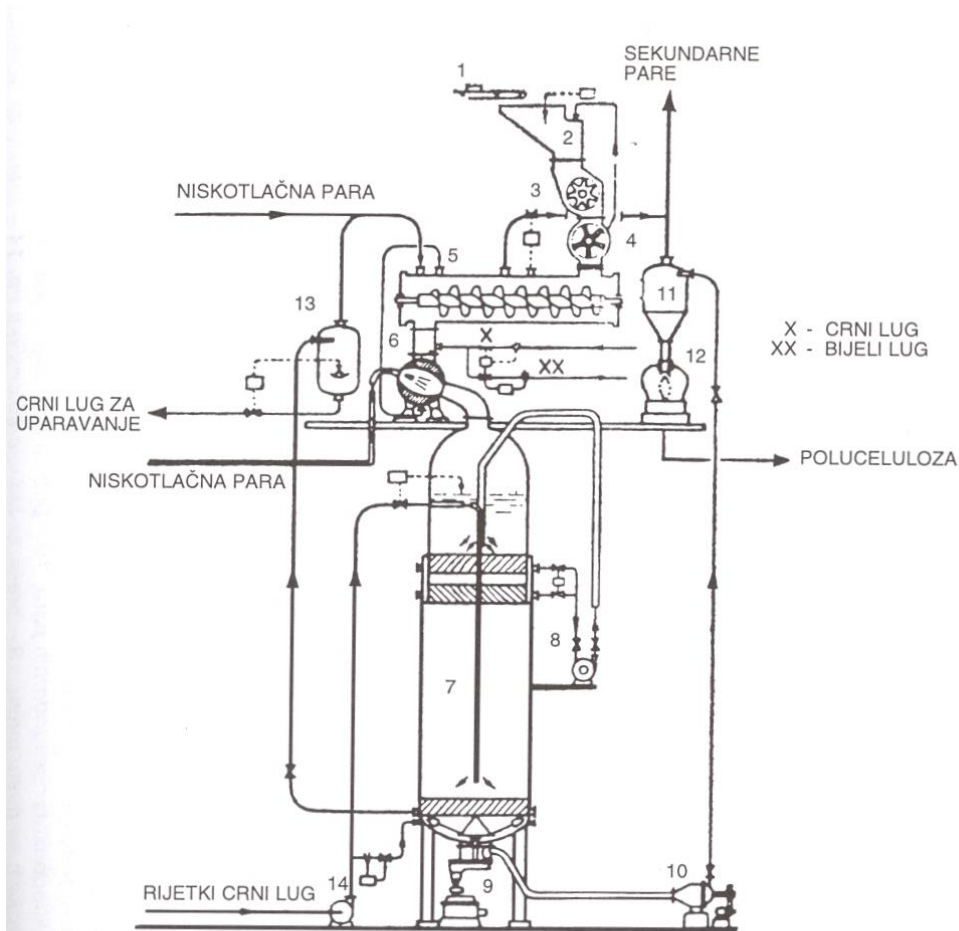
Ahmad Samariha et al., Newsprint from NSSC Bagasse Pulp Mixed with Hardwood CMP Pulp and Bleached Softwood Kraft Pulp, Bioresources 8(4):5561-5569

Na₂SO₃ izdvaja lignin iz drva i sulfonira ga do ligninsulfonata, koji su topljivi u vodi.

Jedna od najpoznatijih tehnologija rada po NSSC postupku je:

Kamyr postupak

Kamyr postupak razvio se iz kuhača koji je najprije služio za kontinuirano dobivanje alkalne celuloze. Iverje iz silosa pada u kotao za impregnaciju, tlak je 1,5 atm, a temperature 105-120 °C. Iza toga ide u kuhač pod pritiskom od 10-12 atm, na 160-180 °C uz konstantan nivo iverja i luga. Nakon kuhanja masa se ispire na rotacijskom filteru, a zatim se gotova poluceluloza odvodi u pripremu mase za kartonski stroj.



Shema proizvodnje NSSC poluceluloze prema sustavu Kamyr

1 – transporter za sječku, 2 – spremnik za sječku, 3 – puž za doziranje sječke, 4 – niskotlačni zasun, 5 – impregnacijski kotao, 6 – visokotlačni zasun, 7 – kuhač, 8 – cirkulacijski sustav, 9 – uređaj za pražnjenje kuhača, 10 – miješalica za masu, 11 – odušni ciklon za masu, 12 – rafiner za primarno mljevenje mase, 13 – spremnik za crni lug, 14 – crpka za rijetki crni lug

Hladni natronski postupak (CCSC)

Kod ovog se postupka usitnjeno drvo moči ***u suvišku alkalija***, ispire, defibrira i sortira. Jedna četvrtina NaOH troši se na razgradnju lignina, a jedna četvrtina za neutralizaciju nastalih kiselina. Vrlo je povoljno što je djelovanje lužine usmjereno na središnje lamele drvnih stanica koje zbog toga postanu labave i vlakna se mogu lako defibrirati.

Poluceluloza je podložna laganom izbjeljivanju pri čemu se troši 12-16 % aktivnog klora.

Izbijeljena poluceluloza dodaje se celulozi iz četinjača kod izrade papira za tiskarske svrhe, a nebijeljena služi za izradu valovitog kartona, ljepenke i omotnih papira.

Tehnologija drvenjače

DRVENJAČA

Iz drvenjače se dobiva papir: drvni papir.

U svrhu dobivanja papira iz drva, u velikim se količinama dobiva drvenjača. Dobiva se trljanjem drva o hrapavu površinu brusa, uslijed čega se drvo usitni u vlakna (defibrilira). Kod toga su vlakna zadržala sva ona svojstva i sastav koji je imalo nebrušeno drvo.

Drvenjača se dobiva snažnim pritiskivanjem drveta na rotirajuću površinu brusnog kamena uz prisustvo veće ili manje količine vode, o čemu najviše ovisi kvaliteta drvenjače.

Papiri iz drva izrađeni su tako da su tehničkoj celulozi dodana vlakna drvenjače ili slame.

Prednost drvnog papira je cijena: niska je pa taj papir služi za masovnu upotrebu (novine, omotni papir itd.). Svojstva tog papira su takva da na svjetlu požuti, lomljiv je i ima kratku upotrebu, tj. kratkog je vijeka.

Tehnološki postupak, faze proizvodnje drvenjače:

a) priprema drva sastoji se u cijepanju, skraćivanju, otkoravanju i skidanju lika što se u većini slučajeva radi prije nego što drvo dođe u pogon drvenjače.

b) defibriranje

Transportni uređaji dovode drvo do brusa. Brus je izrađen u obliku valjka, dužine 2-3 m, a promjera 1-2 m. Broj okretaja je $220-350 \text{ min}^{-1}$, a temperatura vode u koritu brusa iznosi $65-75^{\circ}\text{C}$ i to kod tzv. slabog toplog brušenja koje se najviše upotrebljava.

Kao brusni kamen, može se upotrebljavati prirodni pješčenjak (brusilovac) koji se brzo istroši, a i mora se često brusiti. Češće se upotrebljava umjetni kamen.

Kod proizvodnje drvenjače, uvijek se upotrebljava voda koja sprečava zapaljenje drva uslijed trenja o brus, a i odvodi vlakna, nastala defibriranjem, od brusa na daljnje uređaje za sortiranje vlakana.

Tijekom brušenja drva dolazi do fizikalnih promjena.

U prvoj fazi (u primarnom procesu) pod utjecajem visoke temperature dolazi do omekšavanja vezivnih tvari drva gdje se uglavnom nalaze lignin i pektin.

U drugoj fazi (u sekundarnom procesu) slijede procesi kod kojih se dalje dobiva finija drvenjača. Snopovi odvojenih vlakanaca se djelovanjem brusa na pojedinačna vlakna.

Drvenjača s brusa dolazi najprije na grubo sortiranje što se najčešće vrši na ravnim vibracijskim sitima gdje se odvoje kvрге i trijeske koje idu ili na spaljivanje u kotlovnici ili se naknadno melju u rafinerima.

Nakon toga masa odlazi na sito-sortirere, s nekoliko vrsta otvora. Masa ulazi u sortirer koji je rotacijsko sito koje se okreće.

Prerada mase, koja je prošla sve navedene korake, odvija se dalje prema tome je li ili nije u blizini tvornica papira.

Ako je proizvodnja drvenjače u sastavu tvornice papira koja proizvodi novinski papir, masa se ugusti preko bubnja na gustoću od 6-7 %.

Ako je potrošač drvenjače udaljen tada se drvenjača mora jače ugustiti, tj. do 30-50 % suhe tvari.

Za proizvodnju ljepenke, masa se ugusti na 30 % apsolutno suhe tvari, a daljnje odvodnjavanje odvija se na hidrauličnim prešama do 45 % suhoće.

Vrste drvenjače

Prema načinu pripreme drva prije brušenja proizvodi se:
bijela, smeđa i kemijska drvenjača.

Prema temperaturi vode za brušenje proizvodi se:
hladna i toplo brušena drvenjača te jako vruća drvenjača.

Važno: Zbog prisutnosti lignina, ovakve vrste papira požute nakon kratkog vremena stajanja.

Drvenjača se koristi većinom za dobivanje novinskog papira: potrebna je kratkotrajna vizualna kvaliteta papira.

Bijela drvenjača kraćim stajanjem na zraku požuti, zato ju je potrebno izbjeljivati što se najčešće vrši pomoću NaHSO_3 tijekom 5-6 sati.

Smeđa drvenjača

U ovom se postupku drvo najčešće prethodno ne otkorava jer se u toku parenja drva kora lagano odvaja. Prije brušenja drvo se izloži djelovanju vodene pare kod 5-6 atm tijekom 6-10 sati. Skuhano drvo lakše se defibrira, a dobivena vlakna smeđe drvenjače duža su i čvršća nego kod bijele drvenjače. Smeđa se drvenjača upotrebljava za ljepenke.

Ljepenka je općenito proizvod veće površinske mase od kartona i deblji od njega, dobiven iz miješanoga otpadnog papira (ljepenka može biti s drvenjačom ili bez nje) i sastavljen od jednoga sloja ili više slojeva.

Kemijska drvenjača dobiva se obradom cjepanica drva kemikalijama nakon čega slijedi defibrilacija. Drvo se kuha u specijalnim kotlovima koji se pune vrućom neutralno-sulfitnom otopinom i kuha se kod 4-5 atm tijekom 2-5 sati. Nakon pražnjenja drvo se ohladi vodom. Drvo je lijepe svijetle boje i lagano se defibrira. Ima dobru otpornost na kidanje i koristi se za novinski papir.

Hladno brušena drvenjača nastaje ako se u toku brušenja drva dodaju velike količine hladne vode. Dobije se drvenjača vrlo lijepog izgleda, bijele boje, ali su vlakna jako kratka pa se najviše koristi za dobivanje bijelih papira i ljepenke.

Toplo brušena drvenjača nastaje ako se u toku brušenja drva dodaje voda temperature oko 40 °C. Upotrebljava se za karton i ljepenke.

Jako vruće brušena drvenjača dobije se uz vrlo male količine vode temperature 50-90 °C. U toku brušenja, ostavi se da površina brusa dugo gnječi vlakna. Vlakna su često žuto do smeđe obojena radi povišene temperature i dugog zadržavanja vlakna na brusu.

Literatura

1. Monica Ek, Göran Gellerstedt, Gunnar Henriksson, Pulp and Paper Chemistry and Technology, Volume 1, Wood Chemistry and Wood Biotechnology, De Gruyter, 2009.
2. Monica Ek, Göran Gellerstedt, Gunnar Henriksson, Pulp and Paper Chemistry and Technology, Volume 4, Paper Products Physics and Technology, De Gruyter, 2009.
2. Jasenka Jelenčić, Celuloza i tehnologija papira, predavanja, 2013.
3. Filip Kljajić, Tehnologija celuloze i drvenjače, Školska knjiga, Zagreb, 1986.