

Univerzitet u Novom Sadu
TEHNOLOŠKI FAKULTET

SAVETU TEHNOLOŠKOG FAKULTETA

21000 NOVI SAD

Predmet: Izveštaj Komisije za ocenu uradjene
doktorske disertacije mr Bojane Klašnja

Odlukom Saveta Tehnološkog fakulteta u Novom Sadu imenovana je Komisija za ocenu uradjene doktorske disertacije mr Bojane Klašnja, dipl.inženjera tehnologije iz Novog Sada, u sastavu:

dr Špiro Kopitović, naučni savetnik
Institut za topolarstvo Poljoprivrednog fakulteta Novi Sad
dr Zoran Petrović, redovni profesor
Tehnološkog fakulteta Novi Sad
dr Jovan Marković, naučni savetnik
Institut za topolarstvo Poljoprivrednog fakulteta Novi Sad

Nakon pregleda disertacije, Komisija podnosi Savetu Tehnološkog fakulteta sledeći

I Z V E Š T A J

Doktorska disertacija mr Bojane Klašnja pod naslovom ISPITIVANJE UTICAJA STRUKTURNIH, FIZIČKIH I HEMIJSKIH SVOJSTAVA DRVETA POJEDINIH KLONOVA TOPOLA NA PROCES DOBIJANJA I OSOBINE SULFATNE CELULOZE, pisana je pisačom mašinom, sa poluproredom i obuhvata ukupno 163 strane sa 91 tabelom i 28 slika u tekstu. Naučno i stručno je dokumentovana sa 186 literaturnih navoda. Sadržaj disertacije je na njenom početku na četiri numerisane strane.

Disertacija je podeljena na: UVOD, OPŠTI DEO (poglavlja 1 do 5), EKSPERIMENTALNI DEO (obuhvata materijal sa metodologijom rada i rezultate ispitivanja), DISKUSIJA REZULTATA (poglavlja 1 do 3) i ZAKLJUČCI. Posle UVODA (strana 1-3) u OPŠTEM DELU su naredna poglavlja: 2.1 SIROVINE ZA PROIZVODNJU CELULOZE (str. 4 i 5), 2.2 ZNAČAJNE KARAKTERISTIKE DRVNE SIROVINE I NJIHOV UTICAJ NA OSOBINE CELULOZE (str. 6 do 14), 2.3 DRVO LIŠĆARA KAO SIROVINA ZA PROIZVODNJU CELULOZE (str. 15 do 23), 2.4 SULFATNI POSTUPAK ZA DOBIJANJE CELULOZE (str. 24 do 47), 2.5 MOGUĆNOSTI MODELOVANJA PROCESA SULFATNOG KUVANJA (str. 48 do 53). U EKSPERIMENTALNOM DELU su poglavlja: 3.1 MATERIJAL I METODOLOGIJA RADA (str. 54 do 62), 3.2 REZULTATI ISPITIVANJA (str. 63 do 79). DISKUSIJA REZULTATA Obuhvata naredna poglavlja: 4.1 MEDJUSOBNA POVEZANOST ULAZNIH I IZLAZNIH PARAMETARA PROCESA SULFATNOG KUVANJA (str. 80 do 117), 4.2 MEDJUSOBNA POVEZANOST IZLAZNIH PARAMETARA PROCESA SULFATNOG KUVANJA

(str. 118 do 136), 4.3 POSTAVKA I INTERPRETACIJA MODELA KUVANJA TOPOLOVOG DRVETA PO SULFATNOM POSTUPKU (str. 137-148). 5. ZAKLJUČCI su sadržani u 22 zaključnih misli i konstatacija (str. 149-152), 6. LITERATURA (str. 153 do 160) i 7. SUMMARY (str. 161 do 163).

PRIKAZ I ANALIZA DISERTACIJE

U UVODU kandidat ističe da je najvažniji proizvod hemijske prerade drveta tehnička celuloza, koja je u svetskim razmerama u stalnom porastu. U tom kontestu, sulfatni postupak delignifikacije postaje u osnovi dominantan, kako zbog neznatnih ograničenja obzirom na vrstu sirovine (drveta), tako i zbog uspešne regeneracije hemikalija. Ipak, kako kandidat konstatuje, potrebna je i optimizacija kod izbora drvene sirovine, odnosno podešavanje tehnoloških uslova sulfatnog procesa, obzirom na vrstu - svojstva drveta, s jedne, te prinosa i osobina dobijene celuloze, s druge strane.

Na taj način kandidat i formuliše zadatak svoga rada, sa određenjem na ispitivanja sulfatnog kuvanja drveta od tri klona topola.

U narednom obrazloženju kandidat između ostalog, ističe: "Ostvarenje, ovako definisanog cilja rada, doprinelo bi u znatnoj meri, rasvetljavanju kako kinetike delignifikacije topolovog drveta u izotermnim uslovima, tako i postavljanju matematičkog modela...".

Iz UVODA najavljena problematika je temeljito obradjena u pet poglavlja OPŠTEG DELA. U prvom poglavlju SIROVINE ZA PROIZVODNJU CELULOZE se naglašava da je drvo osnovna sirovina za proizvodnju celuloze i u bližoj budućnosti, jer se oko 95% celuloze dobija od drveta. Alternativne (nedrvne) sirovine učestvuju sa oko 5% u proizvodnji celuloze, i smatra se da su jeftinije u poredjenju sa drvetom, ako se mogu obezbediti u dovoljnoj količini, i to pri istim troškovima proizvodnje vlakana.

U poglavlju ZNAČAJNE KARAKTERISTIKE DRVNE SIROVINE I NJIHOV UTICAJ NA SVOJSTVA CELULOZE se razmatraju relevantna svojstva četinarskog i lišćarskog drveta (strukturna, fizička i hemijska) sa aspekta proizvodnje celuloze i vlakana uopšte. U poglavlju DRVO LIŠĆARA KAO SIROVINA ZA PROIZVODNJU CELULOZE se bliže razmatraju svojstva ovih vrsta drveta, obzirom na specifičnosti njihove strukture i anatomske gradje, kao i hemizma. U tom kontekstu se posebno razmatraju analogna svojstva drveta topola i ukazuje na heterogenost i razlike u strukturi i svojstvima pojedinih vrsta, što bi objektivno moglo uticati na prinos i svojstva dobijene celuloze. U poglavlju SULFATNI POSTUPAK ZA DOBIJANJE CELULOZE se tretira problematika.

ovog postupka kao najvažnijeg načina hemijske konverzije drveta. Daje se pregled pojedinih prednosti i nedostataka sulfatne delignifikacije (kuvanja) drveta. Istovremeno se delignifikacija tretira kao ekstraktivni proces, koji se odvija u tri stupnja: adsorpcija luga od strane kiselih grupa lignina, hemijske reakcije lignina i hidrolitičko cepanje i rastvaranje lignina. U tom smislu kandidat, na osnovu mišljenja više autora ističe da je proces kuvanja davno definisan kao difuzioni, koje na neki način koincidira i sa teorijom reakcionih zona (osnova i za objašnjenje polisulfidnog kuvanja). U toku procesa dolazi do promena sa morfološkog i topohemijskog aspekta, pošto je u pitanju oslobađanje vlakana iz drvnog tkiva prilikom delignifikacije. Sa gledišta kinetike sulfatnog procesa, kandidat se opredeljuje da su to u principu reakcije prvog reda i to uz respektovanje jednačine Arrhenius-a. Odnosno, kinetički faktori se određuju (izračunavaju) iz Vroom-ovog H-faktora, koji objedinjuje temperaturu i trajanje reakcije u jednoj promenljivoj, što je polaz za određivanje relativne brzine reakcije ovog procesa. Poglavlje MOGUĆNOSTI MODELOVANJA PROCESA SULFATNOG KUVANJA prirodno sledi iz prethodnih. Naime, hemizam sulfatnog kuvanja i primenu kinetičkih zakonitosti, dolazi se i do mogućnosti modelovanja sulfatnog procesa. Kandidat u tom pogledu sa odgovarajućom oprežnošću razmatra i analizira predloge više autora, da bi što objektivnije pronikao u mogućnost modelovanja prilikom sulfatne delignifikacije topolovog drveta.

Postavljene zadatke u okviru ovog rada kandidat realizuje u EKSPERIMENTALNOM DELU i poglavljima koja nakon toga slede. Poglavlje MATERIJAL I METODOLOGIJA RADA koncepcijski ima uobičajenu formu. Najpre se daje plan eksperimentalnog rada u smislu ortogonalnog planiranja, odnosno faktorijelnog plana ogleada (2^3 i 2^4), sa više ulaznih i izlaznih veličina. Dakle, uzeta su četiri ulazna parametra na dva nivoa procesa sulfatnog kuvanja (temperatura, vreme, hidromodul i vrsta - klon topolovog drveta), a kao osnovne izlazni su: prinos, tvrdoća i mehaničke osobine celuloze. Nakon toga slede metodi analize svojstava drveta i pripremljene sečke za kuvanje, zatim analiza belog luga, proračun punjenja kuvača (i kuvanje), te analiza crnog luga, prinos i svojstva dobijene celuloze. Poglavlje REZULTATI ISPITIVANJA sadrži u osnovi prezentaciju dobijenih analitičkih podataka sa kraćim obrazloženjima, a njihovo razmatranje je u narednom (najobimnijem) delu rada. Kandidat se po svoj prilici na ovo odlučio zbog lakše i bolje preglednosti rezultata, i u tom smislu njihove kraće i svrsishodnije analize, kao i donošenja odgovarajućih zaključaka. Dakle, u ovom poglavlju su prikazani rezultati ispitivanja svojstava drveta topola (strukturna, fizička, hemijska) i drvene sečke, zatim rezultati analize belog i crnog luga i konačno prinosa i osobina dobijene celuloze (strukturna, hemijska i fizičko-mehanička).

DISKUSIJA REZULTATA obuhvata tri poglavlja. U poglavlju MEDJUSOBNA POVEZANOST ULAZNIH I IZLAZNIH PARAMETARA PROCESA SULFATNOG KUVANJA kandidat počinje sa analizom varijanse eksperimentalnih rezultata

hemijskog sastava drveta od sva tri ispitivana klonova topola. Na osnovu provedenih analiza kandidat konstatuje da postoji značajnost razlika za sadržaj celuloze u drvetu obzirom na vrstu - klon, ali ne i unutar pojedinog klona. Naime, prosečni sadržaj celuloze u okviru ispitivanih klonova (između stabala) je sličan i ne zavisi od mesta uzimanja uzorka. To isto vredi i za sadržaj pentozana, Klasonovog lignina i ekstraktivnih supstanci. Za sadržaj pepela u drvetu nije ustanovljena značajnost razlika, kako unutar pojedinog klona, tako i između klonova. Analizom varijanse za prinos celuloze, sadržaj preostalog lignina i ksilana u celulozi nije ustanovljena signifikantnost razlika obzirom na klon - vrstu topolovog drveta, korišćenih za ova ispitivanja. Na osnovu rezultata ovih analiza je bilo moguće koristiti faktorijelni ogled tipa 2^3 , s ciljem postavljanja zavisnosti prinosa i sadržaja preostalog lignina, odnosno ksilana u dobijenoj celulozi, od tri međusobno nezavisna faktora (temperatura i vreme kuvanja i hidromodul). Dakle, na prinos celuloze utiče samo temperatura kuvanja i to sa negativnim predznakom regresionog koeficijenta. Na sadržaj preostalog lignina je takodje značajan uticaj temperature (negativan predznak), a pozitivan predznak ima delovanje interakcije temperature i vremena kuvanja. Za sadržaj ksilana u celulozi je značajan uticaj trajanja kuvanja (negativan predznak) i interakcije temperature i hidromodula (negativan predznak). Zavisnost mehaničkih osobina dobijene celuloze od četiri ulazna međusobno nezavisna faktora je ustanovljena putem faktorijelnog ogleada tipa 2^4 . Tako, na dužinu kidanja celuloze pre mlevenja od pojedinačnih faktora utiče temperatura kuvanja (negativan predznak), vreme kuvanja i vrsta drveta (pozitivan predznak) i interakcije hidromodula i vrste drveta (pozitivan predznak), odnosno interakcija temperature i vremena kuvanja sa hidromodulom (negativan predznak). Povišenjem stepena mlevenja celuloze, ostaje i dalje dominantan uticaj temperature, donekle vremena kuvanja i vrste drveta, da bi nakon dužeg mlevenja iščezao njihov pojedinačni uticaj, izuzev temperature. Kod otpora na probijanje, od pojedinačnih ulaznih faktora dominantno utiče temperatura kuvanja (negativan predznak) i klon - vrsta drveta (pozitivan predznak) i to uglavnom nezavisno od stepena mlevenja celuloze. Kada je u pitanju otpornost na cepanje celuloze pre mlevenja, od pojedinačnih ulaznih faktora je od značaja uticaj temperature kuvanja (negativan predznak) i hidromodula (pozitivan predznak). Povišenjem stepena mlevenja, uticaj temperature ostaje, a umesto hidromodula je prisutan uticaj klona - vrste drveta (pozitivan predznak). Daljim povišenjem stepena mlevenja (30°SR), ostaje od pojedinačnih ulaznih faktora dominantan samo hidromodul (negativan predznak). Dakle, ovakvim pristupom u definisanju zavisnosti izlaznih od međusobno nezavisnih ulaznih veličina kao parametara procesa sulfatnog kuvanja, kandidat daje polazne elemente za njegovo moguće modelovanje.

U narednom poglavlju MEDJUSOBNA POVEZANOST IZLAZNIH PARAMETARA PROCESA SULFATNOG KUVANJA se nastoji što više proniknuti u moguću medjuzavisnost pojedinih izlaznih veličina. Naime, kandidat blagovremeno uočava da vrednosti prinosa celuloze mogu uticati na intenzitet varijacija pojedinih njenih mehaničkih osobina kod definisane temperature kuvanja, i za odgovarajući stepen mlevenja kompozicije vlakana. Na osnovu toga proizilazi da su mnogo veće vrednosti mehaničkih osobina celuloze na donjem temperaturnom nivou kuvanja (160°C) u odnosu na gornji nivo (175°C), pa temperatura kuvanja ne bi trebalo da prelazi 170°C . Zatim, povišenjem stepena mlevenja povećavaju se, u osnovi, vrednosti mehaničkih osobina celuloze. Što se pak prinosa celuloze tiče, ovom prilikom je ustanovljeno da su maksimalne vrednosti mehaničkih osobina kada je njegova vrednost oko 52%, i nešto je niži u poredjenju sa "najpovoljnijim prinosom" (prema literaturi oko 58%). Ipak, proizilazi, da vrednost ustanovljena u ovom radu (52%) vrlo malo odstupa u odnosu na rezultate koji se postižu u proizvodnji nebeljene sulfatne celuloze na bazi mešavine topolovog drveta. U ovom delu nije zapostavljen ni značaj učešća hemicelulozne komponente (ksilana) u tehničkoj celulozi. Ustanovljene su i maksimalne vrednosti ispitanih mehaničkih osobina obzirom na sadržaj ksilana u celulozi, koje se postižu kod sadržaja od oko 8%, što uglavnom ne odstupa u odnosu na podatke drugih autora.

U poglavlju POSTAVKA I INTERPRETACIJA MODELA KUVANJA TOPOLOVOG DRVETA PO SULFATNOM POSTUPKU, kandidat putem dobijenih rezultata i njihovih analiza, i razmatranja u OPŠTEM DELU, znalački pristupa postavljanju tog modela. Naime, koristeći rezultate ispitivanja kandidat pravilno uočava da kvalitet laboratorijski dobijene celuloze, uglavnom ne zavisi od prisutnih razlika u hemizmu topolovog drveta (ispitivanih klonova). U tom smislu i predlaže - postavlja zajednički model kuvanja sečke od sva tri klona topola, odnosno za topolovo drvo u principu. Koristeći i korigovani model za sulfatno kuvanje drveta, po Hatton-u i Tasman-u i to u zavisnosti od H-faktora i koncentracije efektivnih alkalija, kandidat dolazi do jednačina za odredjivanje prinosa i Kappa broja sulfatne celuloze. U cilju definisanja objektivnosti ovakvog modela, izvršena su poredjenja eksperimentalnih i računski dobijenih vrednosti (prema modelu). Eliminisanjem ekstremnih vrednosti, proizilazi da su eksperimentalne gotovo identične sa izračunatim vrednostima kod prinosa celuloze za oba temperaturna nivoa kuvanja (160°C i 175°C). Analognim postupkom se ustanovilo da postoji slaganje eksperimentalnih i računskih vrednosti i za Kappa broj. U ovom postupku kandidat definiše i medjuzavisnost prinosa i Kappa broja u obliku linearne jednačine za temperaturu sulfatnog kuvanja topolovog drveta 160°C . Medjutim, odgovarajuća medjuzavisnost nije ustanovljena i za temperaturu 175°C čime je potvrđena prethodna konstatacija da temperatura kuvanja za topolovo drvo zbog opadanja prinosa i mehaničkih osobina celuloze ne bi trebala da bude iznad 170°C . Najverovatnije, ovakav je zaključak logičan, ali ga treba i eksperimentalno potvrditi. Ovaj rad to nije obuhvatio, što se može smatrati kao izvestan nedostatak. Medjutim, obzirom

na obim ispitivanja, zatim široku lepezu dobijenih rezultata, njihovo objedinjavanje, kao i zbog originalnosti pristupa radu, ovim nije umanjena celokupna vrednost rada. U budućim istraživanjima će kandidat sigurno dopuniti ovaj vredan istraživački poduhvat.

U poglavlju ZAKLJUČCI, kandidat je vrlo prikladno izneo rezultate svoga rada. U narednom poglavlju 6 je citirana korišćenma literatura, konačno sledi izvod rada na engleskom jeziku (SUMMARY).

ZAKLJUČAK I PREDLOG

Na osnovu svega izloženog, Komisija zaključuje da rezultati do kojih je kandidat mr Bojana Klašnja došla u svojim istraživanjima, predstavlja ju samostalan i značajan doprinos nauci i praksi sulfatnog postupka delignifikacije topolovog drveta.

Kandidat je u svom radu pravilno odabrala metod istraživanja i interpretacija rezultata je izvršena pravilno i na naučnom nivou. Time je došla do niza novih saznanja, koja do sada nisu bila poznata u naučnoj javnosti.

Na osnovu svega toga Komisija pozitivno ocenjuje doktorsku disertaciju kandidata mr Bojane Klašnja pod naslovom ISPITIVANJE UTICAJA STRUKTURNIH, FIZIČKIH I HEMIJSKIH SVOJSTAVA DRVETA POJEDINIH KLONOVA TOPOLA NA PROCES DOBIJANJA I OSOBINE SULFATNE CELULOZE i predlaže Savetu Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu da ovu ocenu prihvati i da kandidata pozove na usmenu javnu odbranu.

U Novom Sadu, 24.10.1990.

ČLANOVI KOMISIJE

dr Špiro KOpitović, naučni savetnik
Institut za topolarstvo Poljoprivrednog fakulteta Novi Sad

dr Zoran Petrović, redovni profesor
Tehnološkog fakulteta Novi Sad

dr Jovan Marković, naučni savetnik
Institut za topolarstvo Poljoprivrednog fakulteta Novi Sad