

620/02

Közzététel

A₂

620/02

**LIGNIN ALAPÚ RAGASZTÓK FORGÁCSLEMEZGYÁRTÁSHOZ,
FORGÁCSLEMEZEK ÉS ELJÁRÁS E RAGASZTÓK, VALAMINT
FORGÁCSLEMEZ ELŐÁLLÍTÁSÁRA**

Kivonat

A találmány forgácslemezek, valamint hasonló, ragasztó-kötő-
anyaggal összekevert és egymáshoz ragasztott lignocellulóz-szem-
csékből, -rostokból vagy -pelyhekből álló, fa alapú termékek gyártá-
sára, továbbá az előállított termékekre vonatkozik. A találmány tár-
gyát mindenekelőtt új, lignin- és/vagy szénhidrát alapú ragasztók,
előállításukra alkalmas eljárás, valamint forgácslemezeknek ilyen ra-
gasztók felhasználásával megvalósított gyártása képezi.

A találmány szerinti, forgácslemezek és más hasonló, fa alapú
termékek gyártásához felhasználható, lignin és/vagy szénhidrát ala-
pú ragasztókötőanyag-kompozíciókat az jellemzi, hogy

- lignin tartalmú rostokból és lignocellulózt tartalmazó anyagok
feltárásával kapott ligninből és/vagy szénhidrátokból álló elegyet,
valamint fenolos hidroxilcsoportok oxidálódását katalizálni képes,
oxidáló hatású enzimeket foglalnak magukban; és

- az elegy a cseppfolyós elegy térfogatának 1,1-10-szeresére
habosítva van.

Ezeket a kompozíciókat a találmány szerinti eljárással úgy ál-
lítják elő, hogy

- alapanyagként lignocellulózt tartalmazó nyersanyagok feltá-
rásból származó lignint és/vagy szénhidrátokat alkalmaznak;

- alapanyagként fából, egynyári növényekből vagy évelő növé-
nyekből származó rostokat alkalmaznak;

- a ligninből és/vagy a szénhidrátokból és a rostokból vizes
szuszpenziót képeznek; és

- a vizes szuszpenziót habosítva habosított ragasztókötő-
anyag-kompozíciót állítanak elő.

dr. László F. F. F.

Jell. László

90286-4128-VO-tm

2

18 old

620/02

Közzététel A_2



LIGNIN ALAPÚ RAGASZTÓK FORGÁCSLEMEZGYÁRTÁSHOZ, FORGÁCSLEMEZEK ÉS ELJÁRÁS E RAGASZTÓK, VALAMINT FORGÁCSLEMEZ ELŐÁLLÍTÁSÁRA

A találmány forgácslemezek, valamint hasonló, ragasztó-kötőanyaggal összekevert és egymáshoz ragasztott lignocellulóz-szemcsékből, -rostokból vagy -pelyhekből álló, fa alapú termékek gyártására vonatkozik. A találmány tárgyát mindenekelőtt új, lignin-és/vagy szénhidrát alapú ragasztók, előállításukra alkalmas eljárás, valamint forgácslemezeknek ilyen ragasztók felhasználásával megvalósított gyártása és a kapott termék képezi.

A forgácslemezek és a rostlemezek, különösen a továbbiakban MDF-lemezeknek is nevezett közepes sűrűségű rostlemezek termelésének az utóbbi évtizedekben bekövetkezett gyors növekedése megteremtette a keresletet az olcsó, nagy mennyiségben hozzáférhető és a hőolajtól független ragasztók iránt. A lignin megfelel ezeknek a követelményeknek és egyáltalán nem tartalmaz formaldehidet, amely régóta komoly nehézséget okoz a hagyományos karbamid/formaldehid ragasztók (UF-ragasztók) alkalmazásakor. A természetes lignin mint fő fakomponens nem nedvszívó és nem is oldódik vízben. A technológiai feltárás során azonban a lignin degradálódása és kémiai változásai miatt vízzoldhatóvá válik.

A szakterületen jól ismert, hogy papír, fa és más lignocellulóz anyagok ragasztására fel lehet használni szulfitszennylúgot (SSL), és a legutóbbi három évtizedben sok olyan szabadalmi bejelentést nyújtottak be, amely szerint forgácslemezek, rétegelt lemezek és rostlemezek ragasztóanyagaként lignintermékeket használtak fel a hagyományos PF- vagy UF-ragasztók helyett. Ezzel kapcsolatban hivatkozunk a 3 037 992 sz., a 3 621 218 sz., a 3 933 279 sz., a



4 020 969 sz., a 4 204 793 sz. és a 4 306 439 sz. német szabadalmi leírásokra, valamint a WO 93/25622 sz., a WO 94/01488 sz., a WO 95/23232 sz. és a WO 96/03546 sz. nemzetközi szabadalmi bejelentésekre.

A rostlemezgyártáshoz ragasztóként felhasznált SSL-nek az a legnagyobb hátránya, hogy nedvszívó. Az SSL ezért valójában nem versenyezhet más természetes vagy szintetikus ragasztókkal. Ha ragasztóként SSL-et alkalmaznak, azt kikeményítéssel oldhatatlan anyaggá kell átalakítani. A liginin kikeményítése kémiaailag térhálósítási eljárás, amely eltérő ligninmolekulák között vagy egy makromolekulán belül új szén-szén kötések és éterkötések kialakulásához vezet. Az intermolekuláris, valamint az intramolekuláris térhálósító reakciók csökkentik a lignin oldhatóságát és duzzadását. A ligninben keresztkötések kialakíthatók kondenzációs vagy gyökös kapcsolási reakciók lejátszatásával. A kondenzációs reakciók magas hőmérsékleten és hosszú ideig tartó melegítés vagy ásványi savak hatására mennek végbe. Ezek a körülmények a farészecskékben karbonizálódást vagy szerkezeti változásokat idézhetnek elő. A közelmúltban gyökkombinációs eljárást dolgoztak ki a ligninszulfonát-molekulák térhálósítására. A legtöbb esetben a ligninhez további tárhálósító szereket – például epoxidokat, poliizocianátokat, polioloikat, poli(akril-amid)-okat, poli(etilén-imin)-t és aldehideket – kell hozzáadni.

Kimutatták továbbá, hogy lakkáz enzimeket és más peroxidázokat fel lehet használni katalizátorként lignin polimerizálására vagy kikeményítésére (3 037 992 sz. német szabadalmi leírás; WO 96/03546 sz. nemzetközi szabadalmi bejelentés). Ezzel kapcsolatban azonban meg kell jegyezni, hogy az enzimek gyökös reakciók kiváltására való felhasználása mindezideig csak mérsékelt sikerrel járt. A rostlemezgyártásához felhasznált farostok és faforgács 5-20 tö-

meg% vizet tartalmaznak, és az alkalmazott lakkázoknak szükségük van bizonyos mennyiségű vízre ahhoz, hogy hatásosan katalizálják a rostlemez jó megkötéséhez szükséges polimerizálási reakciót. A Kraft-lignin nagy része azonban a természetes ligninhez hasonlóan vízben oldhatatlan és így két szilárd fázis képződik a gépsoron. A szilárd anyagok egyenetlen eloszlása miatt a préselési művelettel kialakított lemez foltos lesz, és szilárdsági jellemzői nagymértékben rosszabbodnak.

A tisztán elkülönített lignin felhasználásából adódóan további problémát jelent, hogy a Kraft-lignin ára olyan magas, hogy forgácslemezeket alig lehet belőle nyereségesen gyártani.

Az előbb említett okok miatt a lignin alapú lemezgyártási eljárások jelentősebb gyakorlati alkalmazására mindezideig nem került sor.

A találmánnyal az eddig ismert eljárásoknál felmerülő nehézségeket kívánjuk kiküszöbölni. A találmány tárgyát mindenekelőtt olyan új, lignin alapú ragasztók képezik, amelyek felhasználhatók forgácslemezekhez és hasonló fa alapú termékekhez. A találmány kidolgozásakor célul tűztük ki új forgácslemezek és hasonló, fa alapú termékek kifejlesztését. A harmadik céluk a ragasztóanyagok gyártására alkalmas eljárás kidolgozása volt.

Ezeket a célokat más célokkal és az eddig ismert, lignin alapú ragasztóanyagokkal, valamint az előállításukra alkalmazott eljárásokkal szemben a leírás következő részéből kitűnő előnyökkel együtt a továbbiakban ismertetett és az igénypontokkal meghatározott találmánnyal érjük el.

A találmány szerint a lignint vagy az oxidáló hatású enzimekkel polimerizált lignint vagy a lignocellulózt tartalmazó anyagok gépi tisztításával kapott szénhidrátok oldódó frakcióját hab alakjában ke-

verjük hozzá a fa alapú, lignocellulózt tartalmazó nyersanyagként felhasznált rostokhoz, forgácsokhoz vagy pelyhekhez, egyenletes szilárdanyag-diszperzió előállítása céljából.

Habosított UF- és PF-ragasztók ismeretesek a szakterületen. Ilyen habokat a feldolgozhatóság és a termékminőség javítása céljából alkalmaznak, mindenekelőtt nagy szilárdanyag-tartalmú ragasztóanyagokban. A 2 114 258 sz. kanadai szabadalmi bejelentésben ismertetett forgácslemezgyártási eljárás szerint UF-gyanták és állati vér habosított elegyeit alkalmazzák. A 3 644 067 sz. német szabadalmi leírásban is beszámolnak habosított anyagok rostokat és pelyheket tartalmazó kötőrétegek kialakítására való alkalmazásáról, amelynek az a célja, hogy apró részecskéket (rostokat vagy porokat) homogén ragasztók formájában hordjanak fel bútorokra. T. Sellers szerint [Forest Prod. J., 38, 55-56 (1988)] habosított UF- és PF-gyanták felhasználásával jobb minőségű forgácslemezeket lehet gyártani, különösen abban az esetben, ha a ragasztónak nagy a szilárdanyag-koncentrációja. Meg kell azonban jegyezni, hogy a technika állását ismertető szakirodalmi helyek egyikében sem tesznek említést lignintartalmú ragasztókompozíciók habosításáról. Ezek szerint a szakirodalmi helyek szerint a gázösszetétel sem játszik fontos szerepet.

A találmány szerinti lignin alapú ragasztókompozíció lignocellulózt tartalmazó anyagok feltárásával kinyert lignin és/vagy szénhidrátok vizes szuszpenzióját foglalja magában. A szuszpenziót előzőleg a cseppfolyós elegy térfogatának 1,05-10-szeresére, előnyösen 1,1-8-szorosára, mindenekelőtt 1,2-5-szörösére habosítjuk. Ligninkomponensként előnyös polimerizált Kraft-lignint felhasználni. Ezenkívül a forgácslemezek gyártására szánt ragasztó-kötőanyagban levő lignin jelentős részét a találmány szerint farostokban levő ter-



mészetes ligninnel helyettesítjük. A találmány szerinti ragasztó-kötőanyagok tehát vizes elegyek, amelyek rostok mellett lignocellulózt tartalmazó nyersanyagok feltárásával kapott lignint és/vagy szénhidrátokat tartalmaznak. Az oxigént is tartalmazó habalapanyagban levő enzim hatására a ragasztó-kötőanyagban levő rostok, valamint a beadagolt lignin és/vagy más, lignocellulózt tartalmazó anyag gyökösen polimerizálódik. A lignin helyett MDF- vagy TMP-típusú, természetes lignint tartalmazó rostokat alkalmazva, a megfelelő szilárdságot kevesebb ragasztó felhasználásával lehet biztosítani.

A hab homogenizálja a szilárd fázist és a cseppfolyós fázist, fokozza az elegy viszkozitását és meggátolja a szilárd anyagok ülepedését. Az oxigént tartalmazó habosított szerkezet ezenkívül több oxigént biztosít az oxigénfüggő oxidáz enzim által katalizált lignin/szénhidrát polimerizációhoz. A hab nagy térfogata miatt egyenletesebben borítja be a farostokat és a farészecskéket a lemezek előállításakor. Ennek következtében jobbak lesznek a szilárdsági értékek, és a gyártás során jobban lehet szabályozni a ragasztófelhasználást.

A találmányt a továbbiakban alaposabban kifejtjük a következő részletes leírással és számos kiviteli példára való utalással.

A találmánnyal kapcsolatban használt „ragasztó”, „ragasztó-kötőanyag” és „gyanta” kifejezések olyan kémiai kompozíciókra utalnak, amelyek például a forgácslemezek és a rostlemezek gyártásának nedves szakaszaiban biztosítják a részecskék vagy a rostok közötti tapadást. A lemezgyártás során alkalmazott melegpréselés után a polimerizált gyantát tartalmazó kompozíció kötőanyagként működik, amely a részecskéket vagy a rostokat vagy a pelyheket egymáshoz kötött állapotban tartja.

A „fa alapú termék” kifejezés valamennyi lignocellulózt alapú



termék – például forgácslemezek, rostlemezek (köztük nagy és közepes sűrűségű rostlemezek, vagyis keménylemezek és MDF-lemezek), pehelylemezek, rétegelt lemezek és hasonló, növényi eredetű, mindenekelőtt fából vagy egynyári növényekből vagy évelő növényekből származó, ragasztó-kötőanyagokkal egymáshoz kötött részecskéket, rostokat vagy pelyheket magukban foglaló termékek megjelölésére szolgál. A találmány egyik különösen előnyös megvalósítási módja szerint olyan forgácslemezeket és hasonló, fa alapú termékeket állítunk elő, amelyekben a farészecskék térhálósíthatók és a ragasztókompozíciók rostjaival – amelyek lignin alapú ragasztóval kötődnek majd a részecskékhez – összekapcsolhatók.

A „rostok” kifejezés minden olyan megfelelő anyagú szerves és szervetlen rostra vonatkozik, amelynél a hosszúság/vastagság arány nagyobb, mint 6, előnyös esetben nagyobb, mint 10, különösen előnyös esetben nagyobb, mint 20. Lignintartalmú rostokat előnyös alkalmazni, mert a rostokban levő lignin az oxidáz enzimek jelenlétében oxidálódik és a farészecskéket tartalmazó elegyekben, valamint a ragasztóhabokban ragasztóanyagként működik. A különösen előnyösen alkalmazható lignocellulóz-tartalmú rostok fából vagy egynyári növényekből vagy évelő növényekből származnak. Ilyen rostokat elő lehet állítani fa vagy növények tisztításával, amely anyagfoszlatásos mechanikai feltárással, nyomás alatti anyagfoszlatásos mechanikai feltárással, termomechanikai feltárással, facsiszolat feltárással, facsiszolat nyomás alatti feltárással vagy kemotermodinamikus mechanikai feltárással valósítható meg. Ezenkívül a rostlemezek (például a közepes sűrűségű vagy nagy sűrűségű rostlemezek) gyártásából származó rostok felhasználhatók forgácslemezek előállításához.

A fentiekben említett cellulózrostokon kívül más természetes



rostok, például gyapotrostok, manilakenderrostok, szizálkenderrostok, ramirostok, lenrostok vagy jutarostok is felhasználhatók. Szeretlen rostokat – például üvegrostokat, szénrostokat és gipszrostokat – is lehet alkalmazni.

Az oldódó fafrakciókban levő lignin és szénhidrátok polimerizálásához olyan oxidáló hatású enzimeket lehet felhasználni, amelyek képesek arra, hogy fenolos hidroxilcsoportok oxidálását katalizálják. Ezek az enzimek az oxidoreduktázok, például a peroxidázok és az oxidázok. A „peroxidázok” azok az enzimek, amelyek olyan oxidációs reakciókat katalizálnak, amelyek lejátszatásához szubsztátumként hidrogén-peroxidot használnak fel, míg az „oxidázok” azok az enzimek, amelyek olyan oxidációs reakciókat katalizálnak, amelyek lejátszatásához szubsztátumként molekuláris oxigént alkalmazunk. A fenoloxidázok (EC 1.10.3.2 benzoldiol: oxigén oxidoreduktáz) katalizálják a monomer és polimer aromás vegyületekben levő o- és p-helyzetű fenolos hidroxilcsoportok, valamint amino/amin csoportok oxidálódását. Az oxidációs reakció fenoxigyökök képződését és végül a lignin és adott esetben a szénhidrát anyag polimerizálódását eredményezi. A találmány szerinti eljárás keretében minden olyan enzimet – így például lakkáz, tirozináz, peroxidáz vagy oxidáz enzimeket – fel lehet használni, amely katalizálja a biológiai gyökképződést és a kis molekulatömegű ligninek szekunder kémiai polimerizálódását.

Az oxidázokra jellemző példaként a következőket lehet megemlíteni: lakkázok (EC 1.10.3.2), katechin-oxidázok (EC 1.10.3.1), tirozinázok (EC 1.14.18.1) és bilirubin-oxidázok (EC 1.3.3.5). A lakkázok különösen előnyösen alkalmazható oxidázok. Lakkázokat olyan baktériumokból és gombákból lehet kinyerni, amelyek például a következő törzsekhez tartoznak: *Aspergillus*, *Neurospora*, *Podospo-*



ra, Botrytis, Lentinus, Polyporus, Rhizoctonia, Coprinus, Coriolus, Phlebia, Pleurotus, Fusarium és Trametes.

Megfelelő peroxidázokat növényekből vagy gombákból vagy baktériumokból lehet kinyerni. Előnyösen alkalmazhatók a növényekből kinyert peroxidázok, mindenekeelőtt a tormából kinyert peroxidáz és a szójababból kinyert peroxidáz.

A „szurfaktáns” és a „felületaktív anyag” rokonértelmű kifejezések olyan vegyületek megjelölésére szolgálnak, amelyek vízzel és hidrofób (például zsíros) anyagokkal szemben egyaránt affinitással rendelkeznek, és így elősegítik a hidrofób anyagok vízben való szuszpendálódását.

Ragasztókomponens

Amint már említettük, a találmány szerinti habosított ragasztóköötőanyagokban ragasztókomponensként különböző eredetű lignineket lehet felhasználni. Mindenekeelőtt a például a szulfátos, a szulfitos, az ORGANOSOLV és a MILOX eljárások alkalmazása során elkülönített ligninek alkalmazhatók.

Ezzel kapcsolatban azonban meg kell jegyeznünk, hogy a ligninen kívül vagy a lignin helyett fel lehet használni különböző oldódó fafrakciókat is. A szakterületen ismert, hogy a forgácsok mechanikai tisztítása során a rostos nyersanyagban levő vegyületek egy része – a rostok tömegének körülbelül 1%-a – feloldódik. Ez a frakció elsősorban ugyanazokat a kémiai komponenseket – szénhidrátokat, extrahált anyagokat és lignint – tartalmazza, mint a rostok. Példaként megemlítjük, hogy a puhafaforgácsok oldódó frakciója mintegy 40-70 tömeg% szénhidrátot, 10-25 tömeg% lignint és 1-10 tömeg% extrahált anyagot, míg a keményfa feltárásához felhasznált technológiai víz körülbelül 20-60 tömeg% szénhidrátot, 10-25 tömeg% lignint és 10-40% extrahált anyagot tartalmaz.



Azt tapasztaltuk, hogy ez a mechanikai vagy kémiai-mechanikai feltárással kinyerhető, oldódó lignin/szénhidrát frakció különösen jó eredménnyel használható adalékanyagakként vagy hatásfokozó anyagként forgácslemezek és rostlemezek ragasztásához, valamint más hasonló, fa bázisú, több rétegből álló termék előállításához. Különösen jól hajtható végre a ragasztás abban az esetben, ha ez a frakció – mint a lignin esetében – lakkáz (vagy hasonló) oxidáz enzimmel vagy enzimekkel polimerizálva van. Így hasonló eredmények érhetők el, mint a hagyományosan alkalmazott fenol/formaldehid vagy karbamid/formaldehid gyantákkal.

Meg kell jegyezni, hogy hasonló oldódó frakciókat állíthatunk elő olyan módon, hogy lignocellulózt tartalmazó nyersanyagot – például farostokat vagy fűrészport – hidroláz enzimekkel, például cellulázokkal, hemicellulázokkal és pektinázokkal kezelünk.

Ragasztó-kötőanyaghab gyártása

A találmány hab alkalmazásán alapuló technológiára vonatkozik, amellyel a különböző szilárd anyagokból jó diszperziót lehet előállítani. Így a gazdaságos forgácslemezgyártás során jó érintkezést biztosítunk, ha ragasztó-kötőanyagként oxidáz enzimmel aktivált lignint és/vagy szénhidrátokat farostokkal vagy más, lignocellulózt tartalmazó rostokkal együtt alkalmazunk. A hab alapú, oxidáz enzimmel aktivált ragasztókészítményekben a Kraft-lignin vagy ahhoz hasonló lignin 0,1-50 tömeg%-át, előnyös esetben 0,5-30 tömeg%-át, különösen előnyös esetben körülbelül 1-10 tömeg%-át rostokkal helyettesítjük.

A találmány egyik előnyös, fából származó rostok alkalmazásán alapuló megvalósítási módja szerint lignint és oxidáz enzimekkel aktivált rostokat hab alakjában összekeverünk faforgácsokkal. A hab jó viszkozussuszpendáló közeg ahhoz, hogy a szilárd anyagokból egyen-



letes diszperzió képződjék, és így nagymértékben javítja az előállított forgácslemez minőségét. Ha a leírásban ismertetett, habosított ragasztókat alkalmazzuk, a felhordás is jobban szabályozható és a ragasztófelhasználás jelentős mértékben csökkenthető. A habot felületaktív anyag alkalmazásával képezzük.

A habosított, aktivált rostot és lignint/szénhidrátot tartalmazó diszperzió előállítható külön, forgács nélkül. A forgácsot a habba ismert keverési technológiák alkalmazásával keverjük be, például extrudálással vagy a habnak a rostokra vagy a forgácsra való rápermetezésével. A habot előállíthatjuk olyan módon is, hogy egyidejűleg keverjük össze a rostokat és a forgácsot a habot alkotó vegyi anyagokkal, a ligninnel/szénhidrátokkal és a lakkáz enzimmal.

A találmány szerint a habot úgy állítjuk elő, hogy lignint és rostokat tartalmazó elegyet vízbe diszpergálva szuszpenziót képezzünk, amelyen úgy buborékolatunk keresztül gázt, hogy a buborékok átlagos átmérője 0,001-1 mm, különösen körülbelül 0,01-0,1 mm legyen.

A habot felületaktív anyag felhasználásával állítjuk elő. A felületaktív anyag anionos, kationos vagy nemionos lehet. A felületaktív anyagot tehát kiválaszthatjuk a következők közül: alkil-szulfonátok vagy alkil-benzolszulfonátok, Tween® és más, kereskedelmi forgalomban levő elegyek, zsírsavszappanok, lignoszulfonátok, szarkozinátok, zsírsav-aminok vagy aminok, poli(oxi-etilén)-alkoholok, valamint fából és növényekből kivont anyagok. A habképzéshez és a habstabilitás fokozásához felhasználhatunk habstabilizátorokat és szilárd felületaktív anyagokat, például CMC-t, zselatint, pektint, faextraktumokat és hasonló anyagokat. A felületaktív anyagból kevés – azaz körülbelül 0,01-10 tömeg%-nyi, különösen 0,05-5 tömeg%-nyi mennyiség – szükséges.



A habot ismert keverési eljárások alkalmazásával sztatikus habosító berendezésben vagy örvényáramú habkamrában lehet előállítani. Bár a habosításhoz bármilyen gáz felhasználható, előnyös oxigént tartalmazó gázokat, így levegőt, oxigénnel dúsított levegőt, oxigént vagy a felsoroltakból képezhető, nyomás alatt tartott elegyeket alkalmazni. Az oxigéntartalmú gázok alkalmazásának a jelentőségét a továbbiakban részletesen tárgyaljuk.

Az előállított hab a kezelés, a tárolás, a szállítás és a fa alapú termékek gyártása során lényegében stabil. A hab sűrűsége 0,1-0,9 kg/l, különösen körülbelül 0,2-0,7 kg/l, a benne levő buborékok átlagos átmérője pedig 0,005-0,1 mm, különösen körülbelül 0,01-0,1 mm, az előnyös névleges átmérő 0,02 mm.

A találmány szerinti eljárás oxidázok felhasználásával alkalmazható valamennyi, oxidáz enzimmel katalizált, korábban sikertelennek tartott ragasztási folyamathoz. Enzimeként fel lehet használni minden olyan enzimet, amely katalizálja aromás vegyületek vagy ligninek oxidálódását és polimerizálódását, így például – amint a fentiekben már említettük – lakkáz, tirozináz vagy más oxidáz enzimeket. Az alkalmazott enzim mennyisége az enzim aktivitásától és a kompozíció szárazanyag-tartalmától függően változik. Az oxidáz enzimeket általában 0,001-10 mg fehérje/g szárazanyag, előnyös esetben körülbelül 0,1-5 mg fehérje/g szárazanyag mennyiségben alkalmazzuk. Az oxidáz aktivitása 1-100 000 nkat/g, előnyös esetben több, mint 100 nkat/g.

A találmánnyal kapcsolatban azt tapasztaltuk, hogy az oxigén meghatározott szerepet játszik a lignin enzimes polimerizálásában, bárhonnan származik is a lignin. Ennek különösen akkor van jelentősége, ha rostlemezek, forgácslemezek, pehelylemezek és más hasonló, fa alapú termékek gyártásához használatos ragasztókat állí-



tunk elő. Az aromás reagáló vegyületen kívül tehát oxigén is szükséges. Az oxidációs reakció fenoxigyökök képződését és végül a lignin polimerizálódását eredményezi.

A fentiekben tárgyalt ismert eljárások alkalmazásakor csak részleges térhálósodást lehet elérni, mert nyilvánvaló, hogy csak korlátozott mértékben áll rendelkezésre oxigén. A reakciónak az oxigénhiány miatti korlátozottsága kitűnik az alkalmazott hosszú reakcióidőkből és az elért gyenge szilárdsági jellemzőkből, tehát az enzimmel elősegített polimerizálás eredményeinek romlásából.

Az oxigén betáplálására különböző lehetőségek állnak rendelkezésre, például hatásos keverés, oxigénnel dúsított levegő alkalmazása, továbbá enzimes vagy kémiai módszerrel előállított oxigén bevezetése az oldatba. Ezzel kapcsolatban azonban megjegyezzük, hogy a találmány szerinti eljárás keretében a szuszpenzió oxigéntartalmú gázzal való habosításával lehetőség van a lignin teljes polimerizálásához szükséges oxigén biztosítására. Ugyanakkor a habosított szerkezet a ragasztónak elég nagy szilárdságot kölcsönöz ahhoz, hogy gátolt legyen a vízoldhatatlan lignin vagy a polimerizált lignin ragasztóból való kiválása és a kiválás miatti termelés kiesés, valamint a lemezárak meghibásodása.

A találmány alkalmazása jelentős előnyökkel jár. Így a habosított szerkezet alkalmazásából származó előnyöket ki lehet használni lignint és/vagy szénhidrátokat vagy polimerizált lignint tartalmazó forgácslemezek gyártásánál: a lignin vagy a polimerizált lignin tapadási tulajdonságai hasznosíthatók, míg a rostok térhálósító szerként működnek a részecskék között. A hab homogenizálja az inhomogén szilárd fázist és a folyadékfázist, növeli az elegy viszkozitását, és megakadályozza a szilárd anyagok, valamint a szálak ülepedését. Az oxigéntartalmú habosított anyag több oxigént is biztosít az



oxidázzal katalizált, nagy oxigénigényű lignin/szénhidrát polimerizációhoz. Nagy térfogatából adódóan a hab egyenletesebben borítja be a lemezgyártáshoz felhasznált farostokat és farészecskéket. A ragasztó-kötőanyag egyenletesen oszlik el a fa alapú termék teljes térfogatában: mennyisége a termék bármely véletlenszerűen kiválasztott térfogategységében a $(0,02 \pm 0,002) - (0,2 \pm 0,02) \text{ g/cm}^3$ tartományban van, előnyösen $0,04-0,08 \text{ g/cm}^3$.

Ennek köszönhetően nagyobbak a szilárdsági értékek és a ragasztóanyag-felhasználás a gyártás során jobban szabályozható.

A találmányt következő, minden korlátozási szándék nélkül közölt kiviteli példákkal szemléltetjük.

1. példa

MDF-rostok gyártása

MDF-rostokat készítettük keményfából (svéd nyírfából) a nyírfaforgácsok $4 \times 10^5 \text{ Pa}$ nyomáson hagyományos TMP-eljárással végrehajtott foszlatásával.

A rostok minőségét Bauer-McNett-elemzéssel és Pulmac-töredékelemzéssel egyaránt vizsgáltuk. Az eredményeket a következő táblázat tartalmazza.

1. táblázat: A rost jellemzői

Bauer-McNett-elemzés	tömegrész
>16 (>1,19 mm)	18,6
16-30 (1,19-0,595 mm)	25,1
30-50 (0,595-0,297 mm)	12,4
50-100 (0,149 mm)	29,0
<100 (<0,149 mm)	15,0
Pulmac-töredékelemzés	
0,15 mm-es szitalemez	7,0
0,25 mm-es szitalemez	0,8



2. példa

Forgácslemezek gyártása

Ebben a példában ismertetjük a Kraft-ligninből, lakkázból és farróstból álló, habosított ragasztó előállítását és az ezzel a ragasztóval készült forgácslemezek gyártását. A vizsgálatot laboratóriumi méretekben hajtottuk végre.

A forgácslemez-próbatest elkészítéséhez olyan Indulin AT Kraft-lignint használtunk fel, amelynek 1-10 tömeg%-át az 1. példa szerinti MDF-rostokkal helyettesítettük.

3,6-3,96 g lignint erőteljesen összekevertünk 0,04-0,4 g MDF rostokkal, majd a keveréket 2,0 g 2 mol/l koncentrációjú nátrium-acetát-pufferoldatban (pH = 4,5) 4 000 nkat/g aktivitású lakkázkoncentrátummal együtt 30 percig levegőztettünk. Az így kapott elegyből 1,4 g-ot összekevertünk 4,4 g forgácscsal. A forgácsot előzőleg a rostok száraz tömegére számítva 1 tömeg% viasszal (Mobilex 54 60 tömeg%-os emulziójával) kezeltük. A referenciavizsgálatokat lakkáz nélkül kereskedelmi forgalomban levő karbamid/formaldehid gyanták alkalmazásával végeztük (lakkáz helyett vizet alkalmaztunk).

A szilárdsági vizsgálatokhoz 50 mm x 50 mm x 2 mm méretű, körülbelül 5 g-os forgácslemez-próbatesteket készítettünk 190 °C-on, $2,94 \times 10^6$ Pa nyomáson két percig tartó préseléssel. A préselés után a próbatesteket négy 50 mm x 12 mm x 2 mm nagyságú darabra vágtuk. Ezeknek a próbadaraboknak Zwick-féle húzószilárdság-vizsgáló készülékkel párhuzamosan mértük a szakítószilárdságát.

2. táblázat: Forgácslemezek ragasztási vizsgálatai során kapott eredmények

Habosított kötőanyag	Szakítószilárdság, MPa
Víz	$3,0 \pm 0,3$
Indulin AT (10%) + MDF-rostok (90%)	$8,5 \pm 0,4$
Indulin AT (10%) + MDF-rostok (90%) + lakkáz	$11,9 \pm 0,7$
Indulin AT	$7,2 \pm 0,4$
Indulin AT + lakkáz	$12,7 \pm 0,6$
UF-referenciagyanta	$12,5 \pm 0,7$

A 2. táblázat adataiból kitűnik, hogy a ragasztókban az MDF rostok mennyiségének legfeljebb 10%-át helyettesíteni lehet lakkázzal aktivált Kraft-ligninnel anélkül, hogy a szakítószilárdság jelentős mértékben csökkenne. A találmány szerinti eljárással előállított forgácslemezek szilárdsági jellemzői teljesen összehasonlíthatók a hagyományos UF-gyantával ragasztott lemezekéivel.

Szabadalmi igénypontok

1. Lignin és/vagy szénhidrát alapú ragasztókötőanyag-kompozíciók forgácslemezek és más, hasonló fa alapú termékek gyártásához, **azzal jellemezve**, hogy

– lignin tartalmú rostokból és lignocellulózt tartalmazó anyagok feltárásával kapott ligninből és/vagy szénhidrátokból álló elegyet, valamint fenolos hidroxilcsoportok oxidálódását katalizálni képes, oxidáló hatású enzimeket foglalnak magukban; és

– az elegy a cseppfolyós elegy térfogatának 1,1-10-szeresére habosítva van.

2. Az 1. igénypont szerinti kompozíciók, **azzal jellemezve**, hogy polimerizált Kraft-lignint magában foglaló lignint tartalmaznak.

3. Az 1. igénypont szerinti kompozíciók, **azzal jellemezve**, hogy a bennük levő hab szilárdanyag-tartalma 1-90 tömeg%, előnyösen körülbelül 5-70 tömeg%.

4. Az 1. igénypont szerinti kompozíciók, **azzal jellemezve**, hogy a bennük levő hab sűrűsége 0,1-0,9 kg/l – különösen körülbelül 0,2-0,7 kg/l –, a hab buborékainak átlagos átmérője pedig 0,0001-0,1 mm, jellemzően körülbelül 0,01-0,05 mm.

5. Az 1-4. igénypontok bármelyike szerinti kompozíciók, **azzal jellemezve**, hogy a bennük levő rostok fából, egynyári vagy évelő növényekből származó lignocellulózrostok.

6. Az 5. igénypont szerinti kompozíciók, **azzal jellemezve**, hogy olyan rostokat tartalmaznak, amelyek fa vagy növények foszlatásos mechanikai feltárásából, nyomás alatti foszlatásos mechanikai feltárásából, termomechanikai feltárásból, facsiszolat vagy nyomás alá helyezett facsiszolat feltárásából vagy kémiai-termomechanikai feltárásból származnak.

7. A 6. igénypont szerinti kompozíciók, **azzal jellemezve**, hogy a bennük levő rostok rostlemezek gyártásához előállított rostok.

8. Az 1. igénypont szerinti kompozíciók, **azzal jellemezve**, hogy a lignin tömegére számítva 0,1-50%, előnyös esetben 0,5-30%, különösen előnyös esetben pedig 1-10% rostot tartalmaznak.

9. Az 1. igénypont szerinti kompozíciók, **azzal jellemezve**, hogy olyan habot foglalnak magukban, amely a vizes szuszpenzió tömegére számítva 0,1-10%, előnyös esetben 0,2-5% felületaktív anyagot tartalmaz.

10. Az 1-9. igénypontok bármelyike szerinti kompozíciók, **azzal jellemezve**, hogy 0,1-5 mg fehérje/g szárazanyag mennyiségben oxidáz enzimet vagy peroxidáz enzimet tartalmaznak.

11. Eljárás forgácslemezek és más hasonló, fa alapú termékek gyártásához felhasználható, lignin és/vagy szénhidrát alapú ragasztó-kötőanyagok előállítására, **azzal jellemezve**, hogy

- alapanyagként lignocellulózt tartalmazó nyersanyagok feltárásból származó lignint és/vagy szénhidrátokat alkalmazunk;

- alapanyagként fából, egynyári növényekből vagy évelő növényekből származó rostokat alkalmazunk;

- a ligninből és/vagy a szénhidrátokból és a rostokból vizes szuszpenziót képezünk; és

- a vizes szuszpenziót habosítva habosított ragasztókötőanyag-kompozíciót állítunk elő.

12. A 11. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy

- lignint, rostokat és felületaktív anyagokat tartalmazó, 1-90 tömeg% szárazanyag-tartalmú vizes szuszpenziót képezünk; és

- a vizes szuszpenziót oxigéntartalmú gázzal térfogatának 1,1-10-szeresére habosítva 5-70 tömeg% szilárd anyagot tartalmazó habot állítunk elő.

13. A 11. vagy 12. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy polimerizált Kraft-lignint magában foglaló lignint alkalmazunk.

14. A 12. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy lignint, rostokat, oxidáz enzimet és felületaktív anyagokat tartalmazó vizes szuszpenziót készítünk.

15. Forgácslemezek és hasonló, fa alapú termékek, **azzal jellemezve**, hogy az 1-10. igénypontok bármelyike szerinti kötőanyaggal összekeverve farészecskéket, farostokat vagy faforgácsokat foglalnak magukban.



16. Eljárás forgácslemezek és más hasonló, fa alapú termékek előállítására, **azzal jellemezve**, hogy farészecskéket, farostokat vagy faforgácsokat az 1-10. igénypontok bármelyike szerinti, lignin és/vagy szénhidrát alapú ragasztó-kötőanyaggal összekeverve a ragasztókötőanyag-kompozícióban lévő szilárd anyag 2-20%-át beépítjük a fa alapú termékekbe.

szj. uel'Grül

Dr. Székely Éva

NESTE OY

helyett a meghatalmazott:


DANUBIA
Szabadalmi és Védjegy Iroda Kft
Dr. Vítális László
szabadalmi ügyvivő