FI000124324B

(12) PATENTTIJULKAISU
PATENTSKRIFT

(10) FI 124324 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats 30.06.2014

(51) Kv.lk. - Int.kl.

D21H 11/18 (2006.01)
D21H 11/20 (2006.01)
D21B 1/02 (2006.01)
D21B 1/04 (2006.01)
D21C 5/00 (2006.01)
D06M 10/02 (2006.01)
D21C 9/00 (2006.01)
B02C 13/00 (2006.01)

(21) Patenttihakemus - Patentansökning 20106078

(22) Saapumispäivä - Ankomstdag 18.10.2010

(24) Tekemispäivä - Ingivningsdag 18.10.2010

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig 19.04.2012

SUOMI – FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(73) Haltija - Innehavare

1 • Ekokem-Palvelu Oy, Kuulojankatu 1, 11120 RIIHIMÄKI, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 • Mäentausta, Olli, Oulu, SUOMI - FINLAND, (FI)
2 • Harinen, Kalevi, REIJOLA, SUOMI - FINLAND, (FI)
3 • Räsänen, Kimmo, JOENSUU, SUOMI - FINLAND, (FI)
4 • Rouvinen, Jari, KÄSÄMÄ, SUOMI - FINLAND, (FI)
5 • Soini, Jaakko, OULU, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud

Kolster Oy Ab, Iso Roobertinkatu 21 - 23, 00120 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Puukuitupitoisen jakeen käsittely
Behandling av trähaltig fraktion

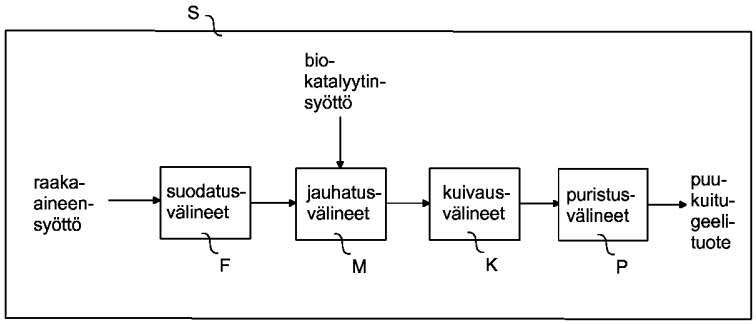
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

EP 2236545 A1, SE 533509 C2, EP 1469126 A1, US 6379594 B1, US 2004168783 A1, US 6260511 B1, US 6372085 B1, WO 9954045 A1, FI 117711 B,
Pääkkö M. et al. Biomacromolecules, tammikuu 2007, Vol 8, s. 1934-1941, Siro I. et al. Cellulose, kesäkuu 2010, Vol. 17, No. 3, s. 459-494

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksintö perustuu siihen, että massanvalmistuksen yhteydessä syntyvälle, paperinvalmistukseen kelpaamattomalle puukuitupitoiselle jakeelle suoritetaan valinnaisessa vaiheessa biologinen tai biokemiallinen käsittely, jolloin jakeeseen lisätään yhtä tai useampaa puukuitujen ja puukuitukimppujen rakenteeseen hajottavasti vaikuttavaa biokatalyyttiä puukuitujen välisten sidosten heikentämiseksi. Jakeelle suoritetaan fysikaalinen käsittely, jolloin fysikaalisen käsittelyn seurauksena ainakin osa biokatalyytillä käsitellyistä tai käsittelemättömistä puukuiduista geeliytyy muodostaen geelimäistä massaa. Tällöin menetelmässä otetaan talteen muodostunutta geelimäistä massaa.

Uppfinningen baserar sig på att för en i samband med massaframställning uppkommande, till papperstillverkning oduglig träfiberhaltig fraktion utförs i en valfri fas en biologisk eller biokemisk behandling, varvid en eller flera biokatalysatorer som påverkar strukturen hos träfibrer och träfiberknutar destruktivt tillsätts i fraktionen för att försvaga bindningar mellan träfibrerna. För fraktionen utförs en fysikalisk behandling, varvid åtminstone en del av de med en biokatalysator behandlade eller obehandlade träfibrerna gelar till följd av den fysikaliska behandlingen och bildar en gelartad massa. Då återvinns i förfarandet den gelartade massan som har bildats.



Puukuitupitoisen jakeen käsittely

Keksinnön ala

Keksintö liittyy puukuitupitoisen jakeen käsittelyyn.

Keksinnön tausta

Massanvalmistus perustuu puuaineksessa olevien puukuitujen erottamiseen toisistaan. Massanvalmistus voi tapahtua kemiallisella massanvalmistusprosessilla ja/tai mekaanisella massanvalmistusprosessilla. Kemiallisessa massanvalmistuksessa puuhaketta keitetään lipeässä. Mekaanisessa massanvalmistuksessa puukuidut irrotetaan toisistaan mekaanisen rasituksen avulla hiomalla tai hiertämällä. Hiertoprosessia voidaan tehostaa kemikaalien tai lämmön avulla, hiontaprosessia paineen avulla.

Puukuidut menettävät lujuutta lyhetessään. Liian lyhyttä kuitua ei voi käyttää paperinvalmistuksessa, jolloin ne on eroteltava ja poistettava massasta. Tällöin syntyy jätemateriaalivirtoja, joita kerätään talteen ja käytetään polttoaineena sellu- tai paperitehtaan energiantuotantoon.

Ongelmana yllä kuvatussa järjestelyssä on, että kaikkia sellun- ja paperinvalmistuksen jäte- ja sivuvirtoja ei ole pystytty hyödyntämään energiantuotantoon ja lisäksi niiden hyötysuhde energiantuotannossa on huono.

Keksinnön lyhyt selostus

Keksinnön tavoitteena on siten kehittää menetelmä ja järjestely siten, että yllä mainitut ongelmat saadaan ratkaistua. Keksinnön tavoite saavutetaan menetelmällä, järjestelmällä, puukuitugeelillä, -tuotteella ja käytöllä, joille on tunnusomaista se, mitä sanotaan itsenäisissä patenttivaatimuksissa. Keksinnön edulliset suoritusmuodot ovat epäitsenäisten patenttivaatimusten kohteena.

Esillä oleva ratkaisu perustuu siihen, että puukuitupitoista jaetta käsitellään siten, että valinnaisessa vaiheessa jakeelle suoritetaan biologinen tai biokemiallinen käsittely, jolloin jakeeseen lisätään yhtä tai useampaa puukuitujen ja puukuitukimppujen rakenteeseen hajottavasti vaikuttavaa biokatalyyttiä puukuitujen välisten sidosten heikentämiseksi, ja siihen, että jakeelle suoritetaan fysikaalinen käsittely, jolloin fysikaalisen käsittelyn seurauksena ainakin osa biokatalyytillä käsitellyistä tai käsittelemättömistä puukuiduista geeliytyy muodostaen geelimäistä massaa, jolloin muodostunutta geelimäistä massaa otetaan talteen.

20106078 PRH 18-10-2010

Keksinnön mukaisen ratkaisun etuna on ympäristöystävällisyys, kun massanvalmistuksen ja/tai paperinvalmistuksen yhteydessä syntyviä, kelpaamattomia jäte- yms. virtoja on mahdollista saada aiempaa tehokkaammin hyötykäyttöön. Tämä johtuu siitä, että geeliytyneelle puukituperäiselle materiaalille on sen olomuodon vuoksi helpompi keksiä hyötykäyttökohteita kuin alkuperäiselle jätemassalle.

Kuvioiden lyhyt selostus

Keksintöä selostetaan nyt lähemmin edullisten suoritusmuotojen yhteydessä viitaten oheiseen piirrokseen, jossa:

Kuvio 1 havainnollistaa esillä olevan ratkaisun erään suoritusmuodon mukaista järjestelmää.

Keksinnön yksityiskohtainen selostus

Geelillä viitataan seokseen, jossa huokoisen kiinteän aineen sisäosaan on dispergoitunut nestettä. Geelissä kiinteä aine voi imeä nestettä itseensä ja turvota. Geelissä jatkuva faasi (ulkofaasi) on kiinteä ja dispergoitunut faasi (sisäfaasi) on neste. Geelit ovat puolikiinteitä valmisteita. Geelit koostuvat suurimolekyylisestä geelinmuodostajasta ja nesteestä. Hydrogeelit koostuvat geelinmuodostajasta ja hydrofiilisestä väliaineesta (esimerkiksi vedestä).

Esillä olevan ratkaisun mukaan puukuitugeeliä saadaan tuotteena käsiteltäessä kuitupitoista materiaalia biologisesti tai biokemiallisesti biokatalyytin (kuten entsyymin) avulla sekä fysikaalisesti (esimerkiksi mekaanisesti vastaiskumyllyssä tai ultraäänikäsittelyllä). Biologinen/biokemiallinen käsittely on kuitenkin valinnainen (vapaaehtoinen), eli puukuitugeeliä voidaan aikaansaada 1) ”pelkän” fysikaalisen käsittelyn seurauksena tai 2) fysikaalisen käsittelyn ja biologisen (tai biokemiallisen) käsittelyn seurauksena. Raaka-aineena käytettävällä kuitupitoisella materiaalilla voidaan tarkoittaa sellu- ja paperiteollisuuden jäte-, sivu- ja/tai rejektivirtoja tai mitä tahansa muuta sopivaa puu- ja/tai paperikuituja sisältävää materiaalia. Esimerkkeihin tällaisista kuitupitoisista materiaaleista sisältyvät i) kuitusavi eli kuitupitoinen liete, joka koostuu sellu- ja paperitehtaan sivuvirroista, ii) OPA-sakka eli paperinvalmistuksen päällystysaine- ja rejektikuitupitoinen sivuvirta, ja iii) nollakuitu eli paperinvalmistukseen kelpaamaton rejektikuitu (esimerkiksi liian lyhyt kuitu, joka läpäisee paperikoneen viiran). Keksintöä ei kuitenkaan ole tarkoitettu rajoitetuksi pelkästään näihin raaka-aineisiin, vaan keksinnössä voidaan hyödyntää myös mitä tahansa

20106078 PRH 18 -10- 2010

muuta ainakin osittain geeliytettävissä olevaa puu- tai paperikuitupitoista materiaalia.

Biologisella/biokemiallisella käsittelyllä voidaan tarkoittaa vaikuttamista massan ominaisuuksiin lisäämällä massaan sopiva määrä yhtä tai useampaa aktiivista biokatalyyttiä (esimerkiksi entsyymiä) ja antamalla sen/niiden vaikuttaa massassa (sekoittua massan) sopivissa oloissa tietyn viipymäajan (esimerkiksi tunnin tai kauemmin; esimerkiksi noin 1 – 2 tuntia). Entsyymiaktiivisuus voi kohdistua esimerkiksi massassa olevien kuitukimppujen liimaaineiden hajottamiseen.

Biokatalyyttikäsittelyn vaikutusta voidaan tehostaa fysikaalisella käsittelyllä, jossa biologisesti tai biokemiallisesti käsitelty massa syötetään ns. vastaiskumyllyyn (on myös mahdollista jättää biokatalyyttikäsittely pois). Vastaiskutekniikalla voidaan vaikuttaa kuitukimppuihin hajottamalla ne ja levittämällä hajotetut kuitukimput tasaisesti massan sisällä. Vaikutusta voidaan vahvistaa toistamalla sykliä useamman kerran. Vastaiskumyllyn tms. myllyn sijaan voidaan ajatella käytettävän mitä tahansa muuta kuitukimppujen mekaanisen hajottamiseen sopivaa laitetta kuten esimerkiksi ultraäänilaitetta. Biologinen/biokemiallinen vaihe parantaa fysikaalisen vaiheen tehokkuutta vaikuttamalla kuitukimppujen välisiin sidoksiin. Fysikaalisessa vaiheessa kuitukimput hajoavat, jolloin entsyymiaktiivisuus pääsee vaikuttamaan kuitukimppujen sisällä oleville pinnoille.

On myös mahdollista, että biokatalyyttiä (entsyymi(t)) lisätään massaan vasta fysikaalisen (esimerkiksi vastaiskumylly-) käsittelyn aikana, ennen sitä tai sen jälkeen. Mekaanisia ja/tai entsymaattisia (biologisia, biokemiallisia ja/tai fysikaalisia) käsittelyvaiheita voi olla yksi tai useampia ja käsittelyillä voi olla tietty kestoaika (esimerkiksi noin 1 – 2 h). Käsittely voi olla jatkuvatoiminen prosessi tai panosprosessi ja siihen voi sisältyä biokatalyytin (entsyymi(e)n) ja/tai käsiteltävän materiaalin kierrätys käsittelyn tehostamiseksi.

Vastaiskumylly viittaa yhteen tai useampaan, samaan tai eri suuntiin pyörivään roottoriin perustuvaan myllyyn, joka on sopiva kuitujen välisten sidosten hajottamiseen aikaansaamalla eräänlaisen repimisvaikutuksen kuituihin. Vastaiskumyllyn sijaan/lisäksi esillä olevassa ratkaisussa voidaan hyödyntää myös kuulamyllyä tai kivimyllyä.

Biologisen/biokemiallisen ja fysikaalisen yhtäaikaisen tai vuoroittaisen käsittelyn (tai ”pelkän” fysikaalisen käsittelyn) tuloksena saadaan puukuitugeeliä, jossa kuitupitoisen massan mikrofibrillit ovat erillään toisistaan ja ja-

20106078 PRH 18-10-2010

kautuneena tasaisesti geelimäiseksi massaksi. Geelimäinen massa on soveltuvaa (mahdollisen vedenpoistovaiheen jälkeen) käytettäväksi mm. pelletin lisäaineena, superkondensaattorin elektrodimateriaalina sekä sähkömagneettisessa häiriösuojauksessa. Ominaisuuksiensa puolesta esillä olevan ratkaisun mukaista puukuitugeeliä voidaan hyödyntää esimerkiksi seuraavissa sovelluksissa:

a) elektroniikkateollisuus
- sähkömagneettinen häiriösuojaus (EMI-suojaus)
- superkondensaattori
- antistaattiset materiaalit

b) rakennusteollisuus
- rakennuslevyt
- lämpölevyt
- antistaattiset materiaalit

c) energiateollisuus
- polttoainepellettien lisäaine
- muut biopolttoainesovellukset

d) nanoteknologian sovellukset kuten esimerkiksi (hiili)nanoputket, nanokomposiitit ja funktionalisoidut hiilinanoputket.

Esillä olevan ratkaisun etuna on puukuitugeelin merkittävä kaupallinen potentiaali yllä mainituissa sovelluksissa. Puukuitugeelin raaka-aine on edullista, ja raaka-ainetta on saatavilla suuria määriä. Tuotantokustannukset ovat kohtuulliset suhteutettuna käyttösovellusten arvoon. Sen sijaan käsittelemätön (ei-geeliytynyt) puukuitupitoinen jae ei tyypillisesti ole sovellettavissa näihin tarkoituksiin.

Fysikaalisen ja biokatalyyttikäsittelyn tuloksena saatu puukuitugeeli tyypillisesti kuivataan eli siitä poistetaan vesi, jolloin siitä tulee tarpeeksi lujaa esimerkiksi puristamalla tehtävää arkin valmistusta varten. Geelin lujuusominaisuudet, sähköiset eristeominaisuudet ja lämmöneristeominaisuudet paranevat selvästi raaka-aineena käytettävään jätemassaan (lietteeseen) verrattuna, joskin tämä edellyttää veden poistoa ja eristeominaisuuksien kyseessä ollessa myös lisäaineiden seostamista geeliin. Geeliytyminen on selvästi havaittavissa silmämääräisesti sekä mikroskoopilla raaka-aineena käytettävän jätemassan ulkonäköön verrattuna, sillä jätemassaliemessä kuidut ovat satunnaisesti (epätasaisesti, epämääräisesti) jakautuneina massassa. Sen sijaan geelissä kuitu jakautuu homogeenisemmin (tasalaatuisemmin) materiaalissa, jolloin tällaiselle

20106078 PRH 18-10-2010

materiaalille on helpompi keksiä käyttökohteita. Geeliytymisen ei tarvitse olla täydellistä, vaan voi riittää, että osa puukuiduista geeliytyy.

Esillä olevassa ratkaisussa puukuidut voivat hajota siten, että yksittäiset kuidut erottuvat (irtoavat) toisista kuiduista, jolloin muodostuu mikrofibrillejä. Esillä olevassa ratkaisussa puukuidut voivat myös hajota siten, että yksittäinen kuitu pilkkoutuu pienemmäksi, jolloin muodostuu amorfista sellua. Näin ollen fysikaaliset sidokset kuitujen välillä ja/tai fysikaaliset sidokset kuidun sisällä voivat hajota. Kumpikin hajoamistapa yhdessä ja/tai erikseen edistää geeliytymistä.

Esillä oleva ratkaisu on kehitetty vastaavanlaisten materiaalien ja käsittelyjen yhteydessä tehdyissä laboratoriotesteissä ja koeajoissa, joissa on pyritty löytämään hyötykäyttömuotoja teollisuuden sivuvirroille.

Esillä olevan ratkaisun esimerkinomaisen suoritusmuodon mukaisessa menetelmässä puukuitupitoista jaetta käsitellään siten, että jakeelle suoritetaan fysikaalinen käsittely, jolloin fysikaalisen käsittelyn seurauksena ainakin osa biokatalyytillä käsitellyistä tai käsittelemättömistä puukuiduista geeliytyy muodostaen geelimäistä massaa. Puukuitupitoista jaetta käsitellään valinnaisessa vaiheessa siten, että jakeelle suoritetaan (esimerkiksi ennen fysikaalista käsittelyä) biologinen tai biokemiallinen käsittely, jolloin jakeeseen lisätään yhtä tai useampaa puukuitujen ja puukuitukimppujen rakenteeseen hajottavasti vaikuttavaa biokatalyyttiä puukuitujen välisten sidosten heikentämiseksi. Muodostunut geelimäinen massa otetaan talteen.

Erään suoritusmuodon mukaan fysikaalinen käsittely perustuu puukuitupitoiseen jakeeseen epätasaisesti ajan ja paikan suhteen tuotavaan kineettiseen energiaan. Erään suoritusmuodon mukaan fysikaalinen käsittely perustuu voimakkaisiin, puukuitupitoiseen jakeeseen kohdistettaviin kiinteisiin ja/tai nestemäisiin ainevirtoihin, jotka sisältävät orgaanisia ja/tai epäorgaanisia mikropartikkeleja ja/tai nanopartikkeleja. Erään suoritusmuodon mukaan fysikaalisessa käsittelyssä käytetään kuulamyllyä, kivimyllyä ja/tai vastaiskumyllyä. Erään suoritusmuodon mukaan fysikaalinen käsittely perustuu jakeessa olevien puukuitujen jauhatukseen jakeessa olevien ja/tai siihen lisättävien kivi- ja/tai mineraalipartikkelien avulla. Erään suoritusmuodon mukaan mainitut partikkelit käsittävät kalsiumkarbonaattipartikkeleita ($CaCO_3$).

Erään suoritusmuodon mukaan fysikaalinen käsittely perustuu ultraääneen, jolloin puukuitupitoiseen jakeeseen kohdistetaan ultraääni geelimäisen massan aikaansaamiseksi. Erään suoritusmuodon mukaan mainitut par-

20106078 PRH 18-10-2010

tikkelit erotetaan geelimäisestä massasta liuottamalla massa liuottimeen ja erottamalla nestemäinen faasi massasta.

Erään suoritusmuodon mukaan mainittu biokatalyytti käsittää elävää mikrobikasvustoa ja/tai sen jakeessa ollessaan tuottamaa entsyymiä. Erään suoritusmuodon mukaan mainittu biokatalyytti käsittää yksittäisen entsyymin, entsyymiseoksen tai useista entsyymiseoksista koostuvan seoksen. Erään suoritusmuodon mukaan mainittu biologinen tai biokemiallinen käsittely käsittää vaiheet, joissa lisätään valittua entsyymiä puukuitupitoiseen jakeeseen ennen jakeen syöttämistä vastaiskumyllyyn, annetaan entsyymin vaikuttaa tietyn ajan ja mainitun ajan jälkeen ajetaan entsyymiä sisältävä puukuitupitoinen jae vastaiskumyllyn (tai kuulamyllyn/kivimyllyn) läpi. Erään suoritusmuodon mukaan mainittu entsyymi käsittää yhtä tai useampaa lignoselluloosaan tai puukuitujen välisiin sidoksiin hajottavasti vaikuttavaa entsyymiä.

Erään suoritusmuodon mukaan talteenotettua geelimäistä massaa käytetään vahvikemateriaalina komposiittirakenteissa. Erään suoritusmuodon mukaan talteenotettua geelimäistä massaa käytetään matriisina hiukkasille, joilla on elektromagneettisia ominaisuuksia. Erään suoritusmuodon mukaan talteenotettua geelimäistä massaa käytetään matriisina hiilinanoputkille. Erään suoritusmuodon mukaan talteenotettua geelimäistä massaa käytetään täyteaineena rakennusmateriaalissa.

Erään suoritusmuodon mukaan talteenotettu geelimäinen massa sisältää selluloosamikrofibrillejä. Erään suoritusmuodon mukaan talteenotettu geelimäinen massa sisältää molekulaarista ja/tai amorfista selluloosaa siten, että talteenotettu geelimäinen massa on käyttökelpoista nanokomposiittien valmistusta varten. Erään suoritusmuodon mukaan mainittu puukuitupitoinen jae käsittää kemiallisesti, kemimekaanisesti ja/tai mekaanisesti tuotettua selluloosamassaa. Erään suoritusmuodon mukaan mainittu puukuitupitoinen jae käsittää sellu- tai pa¬pe¬ri¬teol¬li¬suu¬desta saatavaa jäte- tai hylkymateriaalia. Erään suoritusmuodon mukaan mainittu puukuitupitoinen jae käsittää kuitusavea, OPA-sakkaa ja/tai nollakuitua. Erään suoritusmuodon mukaan mainittu puukuitupitoinen jae käsittää kemiallisesti, mekaanisesti ja/tai kemimekaanisesti tuotettua kuitua.

Erään suoritusmuodon mukaan mainitusta geelimäisestä massasta poistetaan vettä. Erään suoritusmuodon mukaan mainitussa geelimäisessä massassa oleva vesi korvataan orgaanisella liuottimella.

20106078 PRH 18-10-2010

Esillä olevan ratkaisun esimerkinomaisen suoritusmuodon mukainen järjestelmä S puukuitupitoisen jakeen käsittelyyn käsittää valinnaisesti välineet biologisen tai biokemiallisen käsittelyn suorittamiseksi jakeelle, jolloin jakeeseen lisätään yhtä tai useampaa puukuitujen ja puukuitukimppujen rakenteeseen hajottavasti vaikuttavaa biokatalyyttiä puukuitujen välisten sidosten heikentämiseksi, välineet M fysikaalisen käsittelyn suorittamiseksi jakeelle, jolloin fysikaalisen käsittelyn seurauksena ainakin osa biokatalyytillä käsitellyistä tai käsittelemättömistä puukuiduista geeliytyy muodostaen geelimäistä massaa, ja välineet muodostuneen geelimäisen massan talteenottamiseksi.

Erään suoritusmuodon mukaan mainitut välineet fysikaalisen käsittelyn suorittamiseksi käsittävät kuulamyllyn, kivimyllyn ja/tai vastaiskumyllyn. Erään suoritusmuodon mukaan mainitut välineet fysikaalisen käsittelyn suorittamiseksi käsittävät välineet ultraäänen tuottamiseksi ja kohdistamiseksi puukuitupitoiseen jakeeseen geelimäisen massan aikaansaamiseksi. Tällöin suoritetaan sonikointi esimerkiksi sonikaattorilla tai ultrasonikaattorilla, jolloin ultraäänellä tuodaan energiaa kappaleeseen, jolloin voidaan esimerkiksi sekoittaa nano- ja mikropartikkeleita keskenään.

Esillä olevan ratkaisun esimerkinomainen suoritusmuoto käsittää yllä olevalla menetelmällä valmistetun puukuitugeelin. Esillä olevan ratkaisun esimerkinomainen suoritusmuoto käsittää yllä olevalla menetelmällä valmistettua puukuitugeeliä käsittävän puukuitupitoisen tuotteen, josta puukuitugeelistä on poistettu vettä. Esillä olevan ratkaisun esimerkinomainen suoritusmuoto käsittää yllä olevalla menetelmällä valmistetun puukuitugeelin käytön nanoputken, polttoainepelletin, superkondensaattorin elektrodin, sähkömagneettisen häiriösuojausmateriaalin, rakennuslevyn, lämpölevyn ja/tai antistaattisen materiaalin valmistukseen.

Esillä olevassa ratkaisussa raaka-aine eli puukuitupitoinen materiaali voi sisältää kivi- ja/tai mineraalipitoista ainetta tai menetelmässä tällaista ainetta lisätään puukuitupitoiseen materiaaliin. Tuloksena saadaan geelimäistä massaa, joka käsittää ei-kiteistä (amorfista) selluloosaa ja/tai mikrofibrillejä, eli selluloosakuitu hajoaa amorfiseksi selluksi tai mikrofibrilleiksi. Tämän jälkeen kivi- ja/tai mineraalipitoinen aine voidaan poistaa amorfisesta sellusta sopivalla liuottimella (kuten esimerkiksi rikkihapolla tai suolahapolla) liuottamalla. Kivi- ja/tai mineraalipitoinen aine (sitä käsittävät mikro- ja/tai nanopartikkelit) puukuitupitoisessa materiaalissa tehostaa puukuitupitoisen materiaalin hajoamista amorfiseksi selluksi tehostamalla jauhatusvaikutusta.

20106078 PRH 18-10-2010

Kuvio 1 havainnollistaa esillä olevan ratkaisun erään suoritusmuodon mukaista järjestelmää S. Viitaten kuvioon 1 järjestelmä S käsittää raaka-aineen eli esimerkiksi sellu- tai paperitehtaan jätevirran syötön suodatusvälineille F. Järjestelmä S voi käsittää suodatusvälineet F, jotka on konfiguroitu poistamaan nestettä syöttövirrasta, jolloin saadaan kuivattua lietettä. Järjestelmä on konfiguroitu syöttämään kuivatun lietteen, josta tässä yhteydessä käytetään myös termiä puukuitupitoinen jae, jakeen fysikaalista käsittelyä varten oleville välineille M, jotka välineet voivat käsittää esimerkiksi puukuitukimppujen jauhatukseen sopivan vastaiskumyllyn tms. (jauhatusvälineet M) tai laitteen M ultraäänen aikaansaamiseksi ja/tai kohdistamiseksi jakeeseen jakeen fysikaalista käsittelyä varten. Järjestelmä S voi käsittää lisäksi biokatalyytin syötön järjestelmään jakeen biologista/biokemiallista käsittelyä varten. Biokatalyytti sekoitetaan puukuitupitoiseen jakeeseen joko fysikaalisen käsittelyn aikana, ennen sitä tai sen jälkeen. Kuvio 1 havainnollistaa tilannetta, jossa biokatalyytti syötetään jauhatuksen aikana. Fysikaalisen ja mahdollisesti biologisen/biokemiallisen käsittelyn jälkeen järjestelmä voi olla konfiguroitu syöttämään muodostuneen puukuitugeelin (geelimäisen massan) kuivausvälineille K veden (tai osan vedestä) poistamiseksi puukuitugeelistä. Puukuitugeeli, josta on mahdollisesti poistettu vesi, voidaan jatkokäsitellä esimerkiksi puristusvälineissä P, jolloin saadaan esimerkiksi puukuitugeelipitoisia arkkeja tai harkkoja. Näitä voidaan edelleen käyttää puukuitugeeliä sisältävien tuotteitten valmistukseen esimerkiksi rakennus- tai elektroniikkateollisuudessa.

Esillä olevassa ratkaisussa entsyym(e)inä voidaan käyttää erilaisia ligninolyyttisiä (eli puun ligniiniä hajottavia) ja/tai pehmentäviä ja/tai muita puusoluihin ja kui-tuihin vaikuttavia entsyymejä kuten esimerkiksi pektinaaseja, lakkaaseja, resi¬naaseja, hemisellulaaseja ja/tai sellulaaseja riippuen puulajikkeesta tms. Käytettävät entsyymimäärät voivat riippua puulajista ja raaka-aineen laadusta sekä käytetystä entsyymistä.

Esillä olevaa ratkaisua voidaan soveltaa sekä kemiallisen että mekaanisen massan (TMP, cTMP, PGW) tuotannon rejekti- ja sivuvirtojen käsittelyyn. Esillä oleva ratkaisu tarjoaa menetelmän massanvalmistuksen yhteydessä syntyvän, paperinvalmistukseen kelpaamattoman puukuitupitoisen jakeen käsittelemiseksi muotoon, jossa se on paremmin hyödynnettävissä muuhun tarkoitukseen.

Tulevaisuudessa lietteestä ennen jätevedenpuhdistamolle menoa poistettua kiinteää ainetta (kuitu, nukka) ei enää ympäristölupien kiristyessä

20106078 PRH 18-10-2010

saa toimittaa kaatopaikalle siinä määrin kuin tähän asti. Esillä olevan keksinnön avulla tämä toistaiseksi kaatopaikalle päätyvä jäte saadaan hyötykäyttöön ja massanvalmistus kiristyviä ympäristönormeja paremmin vastaavaksi. Myös massanvalmistuksen jätevesikuormitusta saadaan pienennettyä, kun jätevedestä voidaan erottaa materiaalia hyötykäyttöön.

Paperikuidut menettävät lujuutta joka kierrätyskerralla. Ne lyhenevät lyhenemistään, kunnes niitä ei enää voi käyttää paperinvalmistuksessa, jolloin ne on eroteltava ja poistettava kiertokulusta. Yksittäisen puukuidun voi kierrättää noin neljästä seitsemään kertaan. Esillä oleva keksintö on sovellettavissa myös käyttökelvottomaan kierrätyspaperin hyödyntämiseen, koska kierrätykseen kelpaamattomat kuidut voidaan käsitellä esillä olevan keksinnön mukaisesti.

Paperinvalmistukseen kelpaamaton lyhytkuituinen jae ei välttämättä sovellu poltettavaksi energiantuotantoa varten sellaisenaan, vaan saatetaan tarvita jotain palamista edistävää materiaalia kuten turvetta, jota pitää lisätä lietteeseen ennen polttamista. Puukuitupitoisesta lietteestä saadaan energiaa melko kehnolla hyötysuhteella. Toisaalta puukuitupitoisen lietteen päätyminen jätevesilaitokselle aiheuttaisi ongelmia jätevedenpuhdistamolle, sillä puukuidut ovat jätevedenpuhdistamon kannalta hankala puhdistettava jätevedestä ja puukuidut aiheuttavat ongelmia puhdistusprosessille. Näin ollen esillä oleva ratkaisu on hyvin tervetullut vaihtoehto puukuitupitoisen jakeen käsittelyyn ja hyötykäyttöön.

Muodostuneessa geelimäisessä massassa tyypillisesti osa puukuiduista on geeliytynyt (hyytelöitynyt), mutta massa voi myös sisältää geeliytymättömiä puukuituja. Joka tapauksessa muodostuneen geelimäisen massan olomuoto poikkeaa merkittävästi alkuperäisestä puukuitupitoisesta jakeesta. Näin ollen menetelmällä saadaan sellutehtaan jäteliemestä, jolle muutoin on vaikea keksiä sovelluskohteita, muokattua olomuotoon, jossa massalle on helpompi keksiä sovelluskohteita (se on muun muassa puristettavissa mekaanisesti lujaksi levyksi tai putkeksi, mikä ei ole mahdollista käsittelemättömästä sellun valmistuksen jäteliemestä).

Tulee huomata, että tässä yhteydessä termit ”puukuitu”, ”puukuitupitoinen”, ”puukuitugeeli” jne. voivat viitata vastaavasti myös paperikuituun, paperikuitupitoiseen, paperikuitugeeliin jne.

Alan ammattilaiselle on ilmeistä, että tekniikan kehittyessä keksinnön perusajatus voidaan toteuttaa monin eri tavoin. Keksintö ja sen suoritus-

20106078 PRH 18-10-2010

muodot eivät siten rajoitu yllä kuvattuihin esimerkkeihin, vaan ne voivat vaihdella patenttivaatimusten puitteissa.

.

20106078 PRH 18-10-2010

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä puukuitupitoisen jakeen käsittelemiseksi, t u n n e t t u siitä, että menetelmässä

jakeelle valinnaisessa vaiheessa suoritetaan biologinen tai biokemiallinen käsittely, jolloin jakeeseen lisätään yhtä tai useampaa puukuitujen ja puukuitukimppujen rakenteeseen hajottavasti vaikuttavaa biokatalyyttiä puukuitujen välisten sidosten heikentämiseksi;

jakeelle suoritetaan fysikaalinen käsittely, jolloin fysikaalisen käsittelyn seurauksena ainakin osa biokatalyytillä käsitellyistä tai käsittelemättömistä puukuiduista geeliytyy muodostaen geelimäistä massaa, jolloin menetelmässä

otetaan talteen muodostunutta geelimäistä massaa;

jolloin mainittu puukuitupitoinen jae käsittää sellu- tai paperiteollisuudessa muodostuvaa kuitupitoista jätettä.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että fysikaalinen käsittely perustuu puukuitupitoiseen jakeeseen epätasaisesti ajan ja paikan suhteen tuotavaan kineettiseen energiaan.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että fysikaalinen käsittely perustuu voimakkaisiin, puukuitupitoiseen jakeeseen kohdistettaviin kiinteisiin ja/tai nestemäisiin ainevirtoihin, jotka sisältävät orgaanisia ja/tai epäorgaanisia mikropartikkeleja ja/tai nanopartikkeleja.

4. Patenttivaatimuksen 1, 2 tai 3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että fysikaalisessa käsittelyssä käytetään kuulamyllyä, kivimyllyä ja/tai vastaiskumyllyä.

5. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 1 - 4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että fysikaalinen käsittely perustuu jakeessa olevien puukuitujen jauhatukseen jakeessa olevien ja/tai siihen lisättävien mineraalipartikkelien avulla.

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainitut mineraalipartikkelit käsittävät $CaCO_3$-partikkeleita.

7. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 1 - 6 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että fysikaalinen käsittely perustuu ultraääneen, jolloin puukuitupitoiseen jakeeseen kohdistetaan ultraääni geelimäisen massan aikaansaamiseksi.

8. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 1 - 7 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että menetelmässä mainitut partikkelit erotetaan

20106078 PRH 15-07-2013

geelimäisestä massasta liuottamalla massa liuottimeen ja erottamalla nestemäinen faasi massasta.

9. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 1 - 8 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainittu biokatalyytti käsittää elävää mikrobikasvustoa ja/tai sen jakeessa ollessaan tuottamaa entsyymiä.

10. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 1 - 8 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainittu biokatalyytti käsittää yksittäisen entsyymin, entsyymiseoksen tai useista entsyymiseoksista koostuvan seoksen.

11. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 1 - 10 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainittu biologinen tai biokemiallinen käsittely käsittää vaiheet, joissa

lisätään valittua entsyymiä puukuitupitoiseen jakeeseen ennen jakeen syöttämistä vastaiskumyllyyn;

annetaan entsyymin vaikuttaa tietyn ajan; ja

mainitun ajan jälkeen ajetaan entsyymiä sisältävä puukuitupitoinen jae vastaiskumyllyn läpi.

12. Patenttivaatimuksen 9, 10 tai 11 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainittu entsyymi käsittää yhtä tai useampaa lignoselluloosaan tai puukuitujen välisiin sidoksiin hajottavasti vaikuttavaa entsyymiä.

13. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 1 - 12 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että talteenotettu geelimäinen massa sisältää selluloosamikrofibrillejä.

14. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 1 - 13 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että talteenotettu geelimäinen massa sisältää molekulaarista ja/tai amorfista selluloosaa siten, että talteenotettu geelimäinen massa on käyttökelpoista nanokomposiittien valmistusta varten.

15. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 1 - 14 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainittu puukuitupitoinen jae käsittää sellu- tai paperiteollisuuden jätelietettä.

16. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 1 - 15 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainittu puukuitupitoinen jae käsittää kuitusavea, OPA-sakkaa ja/tai nollakuitua.

17. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 1 - 16 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainitusta geelimäisestä massasta poistetaan vettä.

20106078 PRH 15 -07- 2013

18. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 1 - 17 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainitussa geelimäisessä massassa oleva vesi korvataan orgaanisella liuottimella.

19. Puukuitugeeli, t u n n e t t u siitä, että se on valmistettu jonkin patenttivaatimuksen 1 - 18 mukaisella menetelmällä.

20. Puukuitupitoinen tuote, t u n n e t t u siitä, että se käsittää patenttivaatimuksen 19 mukaista puukuitugeeliä, josta puukuitugeelistä on poistettu vettä.

21. Patenttivaatimuksen 19 mukaisen puukuitugeelin käyttö hiilinanoputken, polttoainepelletin, superkondensaattorin elektrodin, sähkömagneettisen häiriösuojausmateriaalin, rakennuslevyn, lämpölevyn ja/tai antistaattisen materiaalin valmistukseen.

20106078 PRH 15 -07- 2013

Patentkrav

1. Förfarande för behandling av en träfiberhaltig fraktion, k ä n n e t e c k n a t av att i förfarandet

fraktionen utsätts i ett valbart steg för en biologisk eller biokemisk behandling, varvid i fraktionen tillsätts en eller flera biokatalyter som verkar sönderdellande på träfibrernas och träfiberknippenas struktur för att försvaga bindningarna mellan träfibrerna;

fraktionen utsätts för en fysikalisk behandling, varvid till följd av den fysikaliska behandlingen gelas åtminstone en del av de med biokatalyt behandlade eller obehandlade träfibrerna bildande en gelaktig massa, varvid i förfarandet

tillvaratas den bildade gelaktiga massan;

varvid nämnda träfiberhaltiga fraktion omfattar fiberhaltigt avfall som bildas i cellulosa- eller pappersindustrin.

2. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av att den fysikaliska behandlingen baserar sig på kinetisk energi som bringas ojämnt i den fiberhaltiga fraktionen i förhållande till tid och plats.

3. Förfarande enligt patentkrav 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t av att den fysikaliska behandlingen baserar sig på kraftiga fasta och/eller flytande ämnesströmmar som riktas mot den fiberhaltiga fraktionen, vilka ämnesströmmar innehåller organiska och/eller oorganiska mikropartiklar och/eller nanopartiklar.

4. Förfarande enligt patentkrav 1, 2 eller 3, k ä n n e t e c k n a t av att i den fysikaliska behandlingen används en kulkvarn, en stenkvarn och/eller en repulsionskvarn.

5. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven 1-4, k ä n n e t e c k n a t av att den fysikaliska behandlingen baserar sig på malning av träfibrerna i fraktionen medelst mineralpartiklar som finns och/eller tillsätts i fraktionen.

6. Förfarande enligt patentkrav 5, k ä n n e t e c k n a t av att nämnda mineralpartiklar omfattar $CaCO_3$-partiklar.

7. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven 1-6, k ä n n e t e c k n a t av att den fysikaliska behandlingen baserar sig på ultraljud, varvid mot den träfiberhaltiga fraktionen riktas ultraljud för att åstadkomma en gelaktig massa.

20106078 PRH 30 -04- 2014

8. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven 1-7, k ä n n e t e c k n a t av att i förfarandet separeras nämnda partiklar från den gelaktiga massan genom att lösa upp massan i ett lösningsmedel och genom att separera den flytande fasen från massan.

9. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven 1-8, k ä n n e t e c k n a t av att nämnda biokatalyt omfattar levande mikrobväxtsamhälle och/eller enzym producerat därav då den är i fraktionen.

10. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven 1-8, k ä n n e t e c k n a t av att nämnda biokatalyt omfattar ett enskilt enzym, en enzymblandning eller en blandning bestående av flera enzymblandningar.

11. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven 1-10. k ä n n e t e c k n a t av att nämnda biologiska eller biokemiska behandling omfattar steg, i vilkanämnda biologiska eller biokemiska behandling omfattar steg, i vilka

tillsätts det valda enzymet i den träfiberhaltiga fraktionen innan fraktionen matas till repulsionskvarnen;

enzymet får verka en viss tid; och

efter nämnda tid körs den träfiberhaltiga fraktionen innehållande enzymet genom repulsionskvarnen.

12. Förfarande enligt patentkrav 9, 10 eller 11, k ä n n e t e c k n a t av att nämnda enzym omfattar ett eller flera enzym som verkar sönderdelande på lignocellulosa eller bindingar mellan träfibrerna.

13. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven 1-12, k ä n n e t e c k n a t av att den tillvaratagna gelaktiga massan innehåller cellulosamikrofibriller.

14. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven 1-13, k ä n n e t e c k n a t av att den tillvaratagna gelaktiga massan innehåller molekulär och/eller amorf cellulosa, så att den tillvaratagen gelaktiga massan är användbar för framställning av nanokompositer.

15. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven 1-14, k ä n n e t e c k n a t av att nämnda träfiberhaltiga fraktion omfattar avfallsslam från cellulosa- eller pappersindustrin.

16. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven 1-15, k ä n n e t e c k n a t av att nämnda träfiberhaltiga fraktion omfattar fiberlera, OPA-sediment och/eller nollfiber.

20106078 PRH 30 -04- 2014

17. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven 1-16, k ä n n e t e c k n a t av att från nämnda gelaktiga massa avlägsnas vatten.

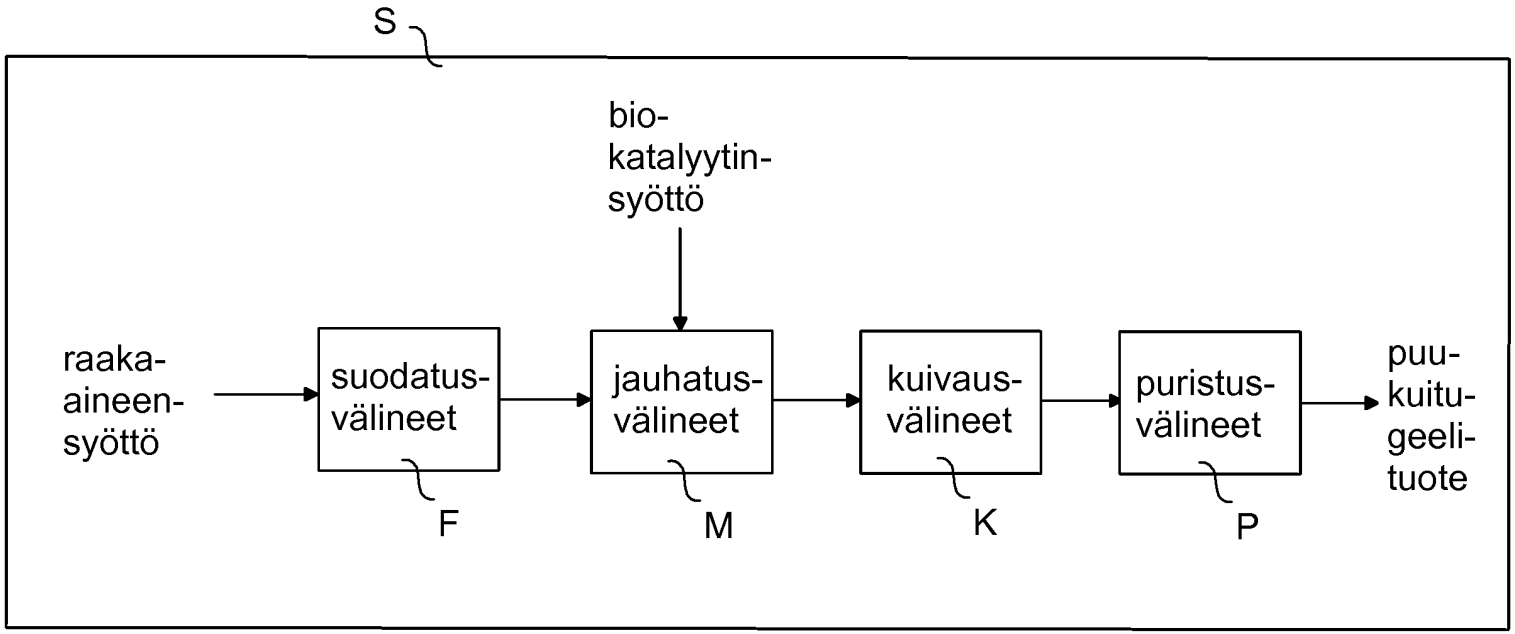
18. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven 1-17, k ä n n e t e c k n a t av att vattnet i nämnda gelaktiga massa ersätts med ett organiskt lösningsmedel.

19. Träfibergel, k ä n n e t e c k n a t av att det är framställt med förfarandet enligt något av patentkraven 1-18.

20. Träfiberhaltig produkt, k ä n n e t e c k n a d av att den omfattar ett träfibergel enligt patentkrav 19, från vilket träfibergel har avlägsnats vatten.

21. Användning av ett träfibergel enligt patentkrav 19 för framställning av ett kolnanorör, bränslepellet, en superkondensators elektrod, ett elektromagnetiskt störningsskyddsmaterial, en byggnadsskiva, en värmeskiva och/eller ett antistatiskt material.

20106078 PRH 30 -04- 2014


S
bio-
katalyytin-
syöttö
raaka-
aineen-
syöttö
suodatus-
välineet
F
jauhatus-
välineet
M
kuivaus-
välineet
K
puristus-
välineet
P
puu-
kuitu-
geeli-
tuote

Kuvio 1