SLOVENSKÁ REPUBLIKA

(19) **SK**

ÚRAD
PRIEMYSELNÉHO
VLASTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

ZVEREJNENÁ PATENTOVÁ PRIHLÁŠKA

(21) Číslo dokumentu:

50022-2021

(22) Dátum podania prihlášky: **4. 5. 2021**
(30) Údaje o priorite:
(40) Dátum zverejnenia prihlášky**: 24. 11. 2022**
Vestník ÚPV SR č.: **22/2022**
(62) Číslo pôvodnej prihlášky
v prípade vylúčenej prihlášky:
(67) Číslo pôvodnej prihlášky úžitkového vzoru
v prípade odbočenia:
(86) Číslo podania medzinárodnej prihlášky
podľa PCT:
(87) Číslo zverejnenia medzinárodnej prihlášky
podľa PCT:
(96) Číslo a dátum podania európskej patentovej
prihlášky:

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:
B27M 1/02 (2006.01)
B27N 3/00 (2006.01)
B29B 7/92 (2006.01)

(71) Prihlasovateľ: **Výskumný ústav papiera a celulózy a.s., Bratislava, SK;**

(72) Pôvodca: **Ihnát Vladimír, Ing., PhD., Bratislava, SK;**
Boháček Štefan, Ing., PhD., Bratislava, SK;
Pažitný Andrej, Ing., Bratislava, SK;
Halaj Michal, Ing., PhD., Bratislava, SK;
Lübke Henrich, Mgr., Bratislava, SK;

(54) Názov: **Spôsob tvorby odľahčených drevoplastových kompozitov s tvrdým povrchom a mäkkým jadrom**

(57) Anotácia:
Predmetom vynálezu je spôsob tvorby drevoplastových kompozitov s tvrdým povrchom a mäkkým jadrom. Takto plošne, resp. tvarovo lisované kompozity si na rozdiel od drevoplastových extrudovaných kompozitov zachovajú nízku objemovú hmotnosť už pri nízkom obsahu polyméru. Pri tvorbe drevoplastových kompozitov vytvorených z malých dezintegrovaných častíc dreva a načesanej vaty z termoplastického polyméru sa využíva priebeh teplôt v lisovanom objeme. Termoplastické vlákno sa začína taviť v povrchových vrstvách v styku s vyhrievanou platňou, resp. formou, zatiaľ čo v stredovej vrstve si ešte stále drží svoj tvar. Mierne zalisovanie sa uskutoční v okamihu, keď sa polymér v povrchovej vrstve začne taviť, pričom bezprostredne nasleduje chladenie tak, aby si kompozit udržal svoj tvar. Kompozity takto získajú tvrdší povrch (škrupinu) a mäkké jadro. Rôzne vlastnosti v priereze kompozitu je možné získať odlišným obsahom plastovej zložky v stredovej a v povrchových vrstvách.

SK 50022-2021 A3

Oblasť techniky

Vynález sa týka spôsobu prípravy plošne lisovaných resp. tvarovo lisovaných vyľahčených kompozitných materiálov na báze dreva a termoplastov. Predkladaný spôsob tvorby drevoplastových kompozitov s tvrdým povrchom a mäkkým jadrom možno využiť v oblasti výroby plošných lisovaných materiálov, tepelných a zvukových izolácií, výplňových materiálov, pri tvarovom lisovaní na výrobu vrstiev sendvičových konštrukcií a pod. v drevárskom, nábytkárskom, stavebnom alebo modelárskom sektore.

Doterajší stav techniky

Predpokladá sa, že asi 97 % trhu s drevoplastovými kompozitmi predstavujú extrudované výrobky. Trh sa obmedzil na výrobky akými sú palubovky, vonkajšie obklady stien resp. ploty a drobné prvky záhradnej architektúry. Pridaním drevných častíc do termoplastického polyméru získame viacero mechanických aj produkčných výhod oproti klasickým plastom. Hlavný transportný mechanizmus pri extrúzii je závitovka, ktorá zároveň plní viacero funkcií naraz (zmiešavanie, tavenie, miešanie, transport, vyvodenie tlaku, plnenie). Kvalita produktu závisí od spôsobu prípravy taveniny, dispergácie drevných častíc a vytvárania vzájomných väzieb. Existuje veľa druhov termoplastov, ale iba tie je možné využívať, ktoré majú teplotu tavenia nižšiu ako je teplota degradácie dreva. Na extrúziu je vhodná drevná múčka mesh US 40 – 60 (0,4 mm – 0,25 mm). Keď sa obsah dreva zvýši nad 65 % hmotnostných je menej pravdepodobné, že bude drevo úplne zapuzdrené matricovým polymérom. Drevná múčka sa modifikuje (napr. tepelne) aby sa znížila jej nasiakavosť, resp. aj inak upravuje ako to navrhli Nam, K.G. a Son, J.I. (2013) vo svojom vynáleze (WO2013151287A1), kde delignifikovali štiepky, z ktorých sa drevná múčka následne melie, aby lignín nespôsoboval zafarbenie kompozitu. Okrem drevnej múčky sa drevná zložka pridáva aj vo forme vlákna. Napr. Kosonen, H., Luukko, K., Turunen, S., Salminen, J., Fors, S., Myllytie, P. (2012) vo svojom vynáleze (US 9574075B2) použili chemicky získanú buničinu. Hustoty extrudovaných drevoplastových kompozitov sú reportované okolo 1,0 g/cm^3 pre polykarbonáty 1,03 g/cm^3 pre PVC, 0,87 g/cm^3 pre polystyrén, 0,9 g/cm^3 – 1,05 g/cm^3 pre polypropylén, 0,95 g/cm^3 pre vysokohustotný polyetylén. Samozrejme, uvedené hodnoty značne ovplyvňuje hustota použitého dreva. Hustota drevoplastových kompozitných materiálov je všeobecne vyššia ako hustota masívneho dreva (v priemere 0,66 g/cm^3 pre tvrdé drevo, 0,47 g/cm^3 mäkké drevo a 0,71 g/cm^3 pre MDF). Laver, T.C., Keller, B., England, A., Dostal, D.F., (2004) vo svojom vynáleze (WO2005044536A2) použili prídavok chemických nadúvadiel alebo fyzikálnych nadúvadiel (plyn) na zníženie objemovej hmotnosti drevoplastových extrudovaných kompozitov vyrobených z drevnej múčky pričom objemovú hmotnosť dokázali znížiť až na 0,3 g/cm^3.

Ako alternatívu k extrúzii je možné navrhnúť plošné lisovanie, napr. ako alternatívu k bežným technikám pri výrobe panelov s veľkými rozmermi (Benthien et al. 2012). Cieľom realizovaných štúdií bolo identifikovať a analyzovať hlavné parametre ako napr. hustota vyrobených panelov, rýchlosť toku taveniny polyméru, obsahu a veľkosti plniva, t. j. drevnej múčky/vlákna, spojovacieho činidla, teploty lisu a pod. Sledovali sa pritom vlastnosti ako absorpcia vody, napučanie hrúbky, vnútorná pevnosť spojov, moduly pružnosti v ťahu a v ohybe a pod. Vo všeobecnosti platí, že zvýšenie hustoty zvyčajne vedie k zlepšeniu mechanických vlastností a tiež že nižší obsah dreva spôsobuje zníženie absorpcie vody. Zdá sa, že modul pružnosti v ohybe má svoje maximum zhruba na úrovni 50 % – 70 % podielu dreva. Ako materiál sa používa drevné vlákno, ktorého vlhkosť sa pohybuje do 2 – 3 %. Priemerná dĺžka vlákna sa pohybuje od 0,8 mm do 1,5 mm, také ako sa používa na výrobu MDF (Ayrilmis et al. 2011, Jarusombuti a Ayrilmis 2011), ale zisťoval sa aj vplyv iných materiálov slúžiacich ako plnivá dosiek (drevná múčka, drevné triesky a štiepky), čo značne ovplyvňovalo hustotu vyrobenej dosky v prípade študovaných materiálov (800 kg/m^{-3}, 900 kg/m^{-3} a 1 000 kg/m^{-3}). Všeobecne je snaha o najvyšší obsah dreva, a ten sa všeobecne pohybuje od 40 % do cca 60 %. Štúdie ukazujú, že tepelná úprava vlákien dreva (120 – 180 °C) počas 20 minút až 40 minút v autoklávoch významne zvyšuje rozmerovú stabilitu kompozitu (Ayrilmis et al. 2011).

Drevo sa mieša s polymérom hlavne vo forme prášku, ktorý sa získa mletím na nožových mlynoch so sitom US 40 – 80 mesh. Prídavok spojovacieho činidla sú približne 3 % (napr. MAPP – Jarusombuti a Ayrilmis 2011), pričom prídavok aditív proti požiaru je až do 10 % (Ayrilmis et al. 2012). Po zmiešaní drevných častíc a polymérneho prášku, ktoré sa uskutoční v zmiešavacích bubnoch a trvá minimálne 10 minút, sa dosky môžu aj predlisovať za studena. Na zabránenie priameho kontaktu polymérneho prášku s horúcimi lisovanými kovovými platňami počas zahrievania a lisovania sa využíva teflón alebo voskový papier. Lisovacia teplota musí byť minimálne mierne nad bodom topenia plastového komponentu. Bežná lisovacia teplota sa tak pohybuje v rozmedzí od 160 °C do 200 °C, lisovací čas pre bežné hrúbky dosiek predstavuje 6 minút až 10

minút (Lyutyy et al. 2014). Chladenie môže prebiehať pri 30 °C až 40 °C. Výsledná hustota dosiek je zhruba od 800 kg/m^{-3} do 1 000 kg/m^{-3} (Lyutyy et al. 2014).

Vyľahčenie kompozitných materiálov na báze plastov sa v priemyselnej praxi dosahuje fyzikálno-chemickými postupmi, za pomoci modifikovaných granulovaných nadúvadiel, ktoré zvyšujú svoj objem nárastom teploty. Znižovaním objemovej hmotnosti kompozitov sa dosahuje vyššia tepelno-izolačná schopnosť, zvukovo-izolačná schopnosť a schopnosť absorbovať rázy. Takto pripravené kompozity si po klimatizácii udržia svoje rozmery a tvar, pričom sú schopné ďalšej tvarovej modifikácie a manipulácie s nimi.

Z uvedeného prehľadu vyplýva, že pre drevoplastové kompozity absentujú výrobky s nízkou objemovou hmotnosťou, tak pri extrudovaných, kde je to prakticky nemožné vďaka výrobnej technológii, ako aj pri plošne lisovaných, kde sa inovátori zamerali na konštrukčné veľkoplošné materiály. Zámerom navrhovaného vynálezu je prispieť k zvýšeniu miery využívania plošne lisovaných a tvarovo lisovaných drevoplastových kompozitov a to v rozsahu objemových hmotností od 0,1 g/m^3, čo môže prispieť k zatraktívneniu využívania kompozitov na báze drevoplastov pre oblasť vyľahčených materiálov, izolácií a podobne.

Podstata vynálezu

Podstatou vynálezu je spôsob, akým je možné vyrábať odľahčené drevoplastové kompozity, pričom si tieto zachovávajú mäkké a ľahké jadro a naopak ich tvrdý povrch umožňuje ďalšiu manipulácii s nimi. Tento rozdiel vo vlastnostiach stredovej a povrchovej vrstvy umožňuje použitie strižného vlákna termoplastického polyméru vo forme načesanej vaty. Načesaná polymérna vata je ľahká a objemná a jej homogenizácia s vysušenou dezintegrovanou drevnou hmotou vo forme vlákien, resp. hoblín je pri nižšom obsahu polymérneho vlákna (do 20 % až 30 %) jednoducho realizovateľná miešaním pri vysokých otáčkach. Vyformovaný kompozit si tak drží svoj tvar pri nižšej objemovej hmotnosti v porovnaní s objemovou hmotnosťou sypanej dezintegrovanej drevnej hmoty. Riadeným zalisovaním zmäknutej povrchovej vrstvy v okamihu, keď sa začína taviť termoplastický polymér, sa dosiahne jej čiastočné zhutnenie a po vychladnutí aj vytvorenie tvrdého povrchu (škrupiny). Polymérne vlákno v stredovej vrstve môže, ale aj nemusí byť roztavené, čo závisí od ďalšej aplikácie kompozitu. Vlákno vo forme vaty umožňuje udržať drevným časticiam naformovaný kompaktný tvar aj v neroztavenom stave. Pri väčších hrúbkach kompozitu z dôvodu, aby nedochádzalo k oddeľovaniu nevytvrdnutých stredových vrstiev (porušovanie vnútornej väzbovosti), je možné previesť perforáciu profilu. Vyhrievané časti lisovacej formy natavujú povrchové vrstvy v perforácii a umožňujú tak vznik tvrdého povrchu (škrupiny) aj v priereze kompozitu. Kompozit sa tak stáva kompaktnejší a tuhší pre ďalšiu manipuláciu s ním.

Podstatou tvrdého povrchu (škrupiny) je vznik vytvrdnutej vrstvy drevo-plast, ktorá v princípe funguje ako spojenie drevo a vytvrdnuté lepidlo. V tomto prípade pevnosť spojenia nie je podstatná, keďže pre ďalšiu manipulovateľnosť s kompozitom (napr. aj vkladanie, resp. vlepovanie do sendvičového súboru) rozhoduje dostatočná tuhosť, ktorú kompozit aplikáciou predkladaného spôsobu získa. Ale adhézia na medzifázovom rozhraní drevo-plast môže byť upravená použitím bežných kompatibilizačných prostriedkov, poprípade pridaním väčšieho hmotnostného pomeru termoplastu v povrchových vrstvách, čím vzniká viacvrstvový kompozit. Predkladaným spôsobom je možné vytvárať odľahčené viacvrstvové kompozity, pričom každá z vrstiev môže mať zadefinovanú svoju tuhosť, ktorú je možné regulovať množstvom pridaného termoplastického polymérneho vlákna. Regulovaný môže byť aj rozsah roztavenia polyméru naprieč profilom vrstveného koberca smerom od povrchových k stredovým vrstvám, a to aj kombinovaním rôznych polymérov s rôznymi teplotami tavenia. Zakomponovaním termomechanického vlákna v povrchových vrstvách sa rýchlosť prestupu tepla smerom dovnútra koberca znižuje vďaka zvýšenej izolačnej schopnosti jemného vlákna v porovnaní s hoblinami, pričom povrch (škrupina) sa stáva jemnejšou.

Takisto použitím známych metód a chemických aditív je možné upraviť hydrofóbne, pyrolýzne, resp. biocídne vlastnosti drevnej zložky kompozitu, ak je to pre daný typ výrobku predmetné.

Príklady uskutočnenia vynálezu

Príklad 1

Drevné hobliny zbavené jemného drevného prachu z dreviny buk získané rovinným frézovaním a vysušené na vlhkosť do 2 % priemernej hrúbky 0,1 mm až 0,2 mm sa zmiešajú s načesanou vatou z polypropylénových strižných vlákien dĺžky 19 mm s priemerom (18 µm – 30 µm). Hmotnostné zastúpenie polypropylénových vlákien je 10 %. Zmes sa mixuje za pomoci vidlicového mixéra pri otáčkach aspoň 1 500 otáčok za minútu až

do stavu, kedy vznikne homogénna a nadýchaná masa. Z takto pripravenej homogénnej masy sa vrství rovnomerný koberec s hrúbkou 50 mm. Navrstvený koberec sa vloží do lisu s platňami vyhriatymi na teplotu 210 °C tak, aby ich odstup bol 50 mm, čiže aby sa voľne dotýkali koberca. Postupné stláčanie na konečnú hrúbku 30 mm sa uskutoční podľa toho, ako sa taví polypropylénové vlákno v povrchových vrstvách koberca. V momente, keď je dosiahnutá požadovaná hrúbka, nahriaty kompozit sa vyberie z vyhrievaného lisu a chladí sa tak, aby bol dodržaný jeho tvar a rozmery. Takto pripravený kompozit má na povrchu vytvorenú tvrdú škrupinu, ktorá umožňuje dobrú manipuláciu s ním. Objemová hmotnosť kompozitu je 0,117 g/m^3 pri hrúbke 30 mm.

Príklad 2

Príprava homogénnej masy aj navrstveného koberca sa uskutoční podľa príkladu 1 s tým, že na výrobu načesanej vaty sa použije iný termoplastický materiál vo forme strižných vlákien. Takto pripravený kompozit dosiahne približne rovnakú objemovú hmotnosť ako v príklade 1.

Príklad 3

Homogénna masa sa pripraví podľa príkladu 1 a koberec sa navrství na hrúbku 60 mm. Postup lisovania sa uskutoční podľa príkladu 1. Takto pripravený kompozit dosiahne objemovú hmotnosť 0,167 g/m^3 pri hrúbke 30 mm.

Príklad 4

Homogénna masa sa pripraví podľa príkladu 1 a koberec sa navrství na hrúbku 100 mm s tým, že sa v jeho ploche vytvoria rovnomerné perforácie s priemerom 25 mm. Postup lisovania sa uskutoční podľa príkladu 1. Takto pripravený perforovaný kompozit dosiahne objemovú hmotnosť 0,1 g/m^3 pri hrúbke 60 mm.

Príklad 5

Homogénna masa sa pripraví podľa príkladu 1 a koberec sa navrství na hrúbku 50 mm v troch vrstvách, pričom povrchové vrstvy s hmotnostným pomerom 20 % polypropylénových vlákien budú mať hrúbku po 10 mm a stredová vrstva s hmotnostným pomerom 10 % polypropylénových vlákien bude mať hrúbku zvyšných 30 mm. Postup lisovania sa uskutoční podľa príkladu 1. Takto pripravený viacvrstvový kompozit dosiahne približne rovnakú objemovú hmotnosť ako v príklade 1, ale jeho povrch je výrazne tuhší a tvrdší.

Príklad 6

Homogénna masa sa pripraví podľa príkladu 1 a koberec sa navrství na hrúbku 60 mm v troch vrstvách, pričom povrchové vrstvy hrúbky 10 mm budú vytvorené z jemnejšej frakcie hoblín, získanej sitovaním, s veľkosťou častíc v rozsahu od 4,0 mm do 10 mm a stredová vrstva bude vytvorená z väčšej frakcie získanej sitovaním, s veľkosťou častíc väčších než 10 mm a bude mať hrúbku zvyšných 40 mm. Postup lisovania sa uskutoční podľa príkladu 1. Takto pripravený viacvrstvový kompozit dosiahne hmotnosť 0,198 g/m^3, pričom jeho povrch je rovnomernejší a jemnejší.

Príklad 7

Homogénna masa sa pripraví podľa príkladu 1 a koberec sa navrství na hrúbku 60 mm v troch vrstvách, pričom povrchové vrstvy hrúbky 10 mm budú vytvorené z termomechanického vlákna a stredová vrstva bude vytvorená z frakcie hoblín získanej sitovaním, s veľkosťou častíc väčších než 10 mm a bude mať hrúbku zvyšných 40 mm. Postup lisovania sa uskutoční podľa príkladu 1. Takto pripravený viacvrstvový kompozit dosiahne hmotnosť 0,175 g/m^3 a jeho povrch je jemný.

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-17-0330.

Priemyselná využiteľnosť

Využiteľnosť vynálezu je v rôznych metódach plošného a tvarového lisovania kompozitných materiálov na báze dreva a termoplastu, kde sa požaduje vyľahčovanie prierezu kompozitného výrobku za relatívne nízke obstarávacie náklady a bez potreby vysokých investícii na technologické zabezpečenie. Predkladaný spôsob tvorby drevoplastových kompozitov s tvrdým povrchom a mäkkým jadrom možno využiť v oblasti výroby plošných lisovaných materiálov, tepelných a zvukových izolácií, výplňových materiálov, pri tvarovom lisovaní na výrobu vrstiev sendvičových konštrukcií a podobne, v drevárskom, nábytkárskom, stavebnom alebo modelárskom/dizajnovom sektore.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Spôsob tvorby odľahčených drevoplastových kompozitov s tvrdým povrchom a mäkkým jadrom, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m ,** že ako plastová zložka kompozitu sa použije načesaná vata vyrobená zo strižných vlákien mikroskopického priemeru termoplastického polyméru, ktorá sa zmieša s vysušenou dezintegrovanou drevnou hmotou pri vysokých otáčkach do nadýchaného objemu.

2. Spôsob tvorby odľahčených drevoplastových kompozitov s tvrdým povrchom a mäkkým jadrom podľa nároku 1, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m ,** že ako drevná zložka kompozitu sa použije termo-mechanické vlákno alebo hobliny alebo ich kombinácia.

3. Spôsob tvorby odľahčených drevoplastových kompozitov s tvrdým povrchom a mäkkým jadrom podľa nároku 1, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m ,** že okrem základných zložiek dreva a termoplastov sa na ich prípravu použijú technologické prísady ako sú nadúvadlá, farbivá, retardéry horenia, biocídne látky a podobné technologické prísady.

4. Spôsob tvorby odľahčených drevoplastových kompozitov s tvrdým povrchom a mäkkým jadrom podľa nároku 1, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m ,** že postupné zalisovanie do finálneho tvaru sa uskutočňuje až v momente, kedy sa termoplastický polymér začína taviť v povrchových vrstvách pripravovaného kompozitu vždy v styku s vyhrievanou platňou lisu, resp. formou.

Koniec dokumentu