SLOVENSKÁ REPUBLIKA

(19) **SK**

ÚRAD
PRIEMYSELNÉHO
VLASTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

PATENTOVÝ SPIS

(21) Číslo prihlášky: 6388-88

(22) Dátum podania: 27.09.88

(31) Číslo prioritnej prihlášky: 5146/87

(32) Dátum priority: 30.09.87

(33) Krajina priority: DK

(40) Dátum zverejnenia: 18.11.92

(45) Dátum zverejnenia udelenia vo Vestníku: 04.06.97

(86) Číslo PCT:

(11) Číslo dokumentu:

278457

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.[6] :

C 04B 16/06
D 01F 6/46

(73) Majiteľ patentu: Cemfiber A/S, Varde, DK;

(72) Pôvodca vynálezu: Hansen Anders Staf, Oksbøl, DK;

(54) Názov vynálezu: **Kompozitný materiál, vystužený vláknami**

(57) Anotácia:
Kompozitný materiál obsahuje anorganické spojivo, ako je cement alebo popol, a vystužujúce vlákna z polyolefínu alebo derivátu polyolefínu s hrúbkou 10 až 100 µm, ktoré obsahujú anorganické častice, výhodne kriedy alebo síranu bárnatého, s veľkosťou 1 až 10 µm v množstve aspoň 12 % hmotnostných, vzhľadom na celkovú hmotnosť vlákna. Tieto častice sú zabudované v polyolefíne alebo deriváte polyolefínu a v podstate žiadne z nich nevyčnievajú na povrch vlákna.

Oblasť techniky

Vynález sa týka kompozitných materiálov, vystužených polyolefínovými vláknami, obsahujúcimi častice.

Doterajší stav techniky

Veľa rokov sa na vystužovanie anorganických a organických kompozitných materiálov používajú vlákna rôznych typov. Príkladom skôr používaných typov vláken sú azbestové vlákna, ktorých používanie však bolo v poslednom čase obmedzené v dôsledku zdravotného rizika týchto vláken. V širokom meradle sa taktiež používajú plastové vlákna rôznych typov. Za zvlášť vhodné sa považujú vlákna, vyrobené z polyolefínu, ktoré sa ľahko a lacno pripravujú a dodávajú materiálom výhodné vystužujúce vlastnosti.

V niektorých prípadoch sa ťažko dosahuje pravidelná distribúcia polyolefínových vláken v materiáli matrice a fixácia hladkého polyolefínového materiálu v materiáli matrice nie je uspokojivá. Niektorí výskumníci zistili, že vnesením jemných častíc do polyolefínovej hmoty, tvoriacej vlákno, sa získajú vlákna, ktoré sa ľahšie dispergujú a ktoré majú veľmi dobrú adhéziu k materiálu matrice, pravdepodobne v dôsledku dutín a výčnelkov, a ďalších nepravidelností povrchu vlákna, ktoré vyplývajú z prítomnosti častíc pri povrchu. Príklady takého vnášania častíc sú uvedené vo zverejnených európskych patentových prihláškach č. 90 026 581 o 0 006 318, kde sa používa obsah častíc nanajvýš 10 % hmotnostných z celkovej hmotnosti vlákna.

Podstata vynálezu

Predmetom vynálezu je kompozitný materiál, obsahujúci anorganické spojivo a vystužujúce vlákna, vyrobené z polyolefínu alebo derivátov polyolefínu, ktoré majú hrúbku 10 až 100 µm a obsahujú anorganické častice s veľkosťou 1 až 10 µm v množstve aspoň 12 % hmotnostných, vzhľadom na celkovú hmotnosť vlákna.

Častice sú zabudované do polyolefínu alebo derivátu polyolefínu tak, že v podstate žiadne častice nevyčnievajú na povrch vlákna.

Anorganickým spojivom je najčastejšie cement, popol, silika, wollastonit a/alebo bentonit.

Anorganické častice sú najčastejšie volené z kriedy, siliky, sľudy, cementu, síranu bárnatého, skla a farbiva, ako je oxid titaničitý.

Výhodne sú v stužujúcich vláknach podľa vynálezu anorganické častice zabudované v množstve aspoň 15 % hmotnostných celkovej hmotnosti vlákna.

V dôsledku špeciálnych vlastností, ktoré takto vlákna získajú, sa vlákna ľahko dispergujú v materiáli matrice a sú výhodne fixované. Vlákna okrem toho dodávajú materiálu matrice, v ktorom sú prítomné, veľmi výhodné vlastnosti, pokiaľ ide o pevnosť a flexibilitu, v porovnaní s materiálmi, ktoré sú vystužené bežnými polyolefínovými vláknami. Je tomu tak i napriek tomu, že vlákna samotné nemajú lepšie vlastnosti, pokiaľ ide o pevnosť a ohyb, vo vzťahu k bežným polyolefínovým vláknam.

Vystužujúce vlákna je možné pripraviť spôsobom, pozostávajúcim z týchto stupňov:

- vytláčanie zložiek vlákna, ktoré sú vo forme plastu, so vznikom filmu,
- napínanie filmu s cieľom v podstate jednosmernej orientácie polyolefínových reťazcov filmu,
- zvlákňovanie predĺženého filmu pomocou noža a/alebo ihlového valca,
- tepelné spracovanie predĺženého filmu k uvoľneniu všetkých napätí vo filme,
- modifikačné spracovanie povrchu filmu a
- prípadne rezanie zvlákneného filmu na kusy vhodnej dĺžky na získanie vláken.

Konkrétne je možné uvedený spôsob uskutočňovať takto:

Komponenty vlákna, ktoré budú opísané ďalej, sa zmiešajú so vznikom homogénnej disperzie častíc v polyolefíne alebo deriváte polyolefínu, t. j. plastickom komponente. Charakteristiky miešania, t. j. intenzita a čas miešania, závisí od druhu a množstva použitých častíc. Obvykle musí byť miešanie tým intenzívnejšie a tým dlhšie, čím je množstvo častíc vyššie. Ak sa prekročí množstvo častíc asi 20 % hmotnostných, vzhľadom na celkovú hmotnosť komponentov vlákna, môžu sa častice ťažko dispergovať. Ak sú požadované vlákna s takým vysokým obsahom častíc, je obvykle nutné používať veľmi drsné podmienky miešania.

Pri vláknach s obsahom častíc menším ako 20 % hmotnostných, vzhľadom na celkovú hmotnosť vlákna, obvykle nie sú pozorované problémy s dosahovaním homogénneho miešania komponentov vlákna.

Plastický komponent, t. j. polyolefín alebo derivát polyolefínu, ktorý je bežne pri teplotách pod 160 °C pevný, sa taví, aby sa pred vytláčaním získal plast. Tavenie môže byť uskutočňované v akomkoľvek vhodnom zariadení, výhodne vo vytláčacom stroji, ktorý sa potom používa na nasledujúce vytláčanie. Výhodne sa miešanie komponentov vlákna uskutočňuje vo vytláčacom stroji súčasne s tavením plastického komponentu. Homogénna distribúcia častíc sa obvykle dosiahne za čas nutný na úplné roztavenie plastického komponentu. V závislosti od typu a množstva plastického komponentu a od použitého zariadenia môže byť čas tavenia (a miešania) kratší než 10 minút a vo väčšine prípadov asi 5 min. Teplota miešania samozrejme závisí od teploty tavenia daného plastického komponentu. Častice je možné pridávať k plastickému komponentu tiež v priebehu jeho tavenia.

Potom, keď sa zo zložiek vlákna získa plast, vytláča sa táto hmota dýzou s priemerom, ktorý zodpovedá požadovaným rozmerom filmu, a získaný film sa potom ochladí.

Pri chladení polymérny materiál kryštalizuje a priebeh kryštalizácie závisí od typu používaného chladenia a od použitého polyolefínu alebo derivátu polyolefínu. Kryštalizovaný materiál obsahuje väčšinou amorfné a kryštalické štruktúry, ktoré sú navzájom premiešané. Pomer objemov kryštalických a amorfných oblastí sa obvykle označuje ako stupeň kryštalizácie.

Vytláčanie je možné uskutočňovať tak, aby sa získal vyfukovaný plyn. Pri tomto postupe sa plastická látka vytláča cez kruhový prstenec a získava sa rukáv materiálu vlákna, naplnený vzduchom. Rukáv sa chladí priechodom druhým, chladiacim prstencom, pričom prechádza medzi valcami so vznikom dvojvrstvového filmu. Pri tomto postupe je rýchlosť chladenia pomerne nízka a má za následok pomerne vysoký stupeň kryštalizácie plastic-

kého komponentu. Vznikajú tiež relatívne veľké kryštály.

Vytláčaním je však možné získať tiež liaty film, ak sa plastická hmota vytláča plochou dýzou so vznikom jednovrstvového filmu. Ten sa chladí buď vo vodnom kúpeli alebo prechodom jednou alebo viacerými dvojicami chladných valčekov. Teplota vodného kúpeľa, resp. chladných valčekov je výhodne okolo teploty miestnosti. Vodný kúpeľ je obzvlášť vhodný na chladenie filmov s relatívne veľkou hrúbkou, pretože tento typ chladenia je rýchlejší a homogénnejší než chladenie medzi valcami.

Vytláčaný film sa potom podrobuje napínaniu. To sa uskutočňuje s cieľom v podstate jednosmernej orientácie polymérnych reťazcov polyolefínu alebo derivátu polyolefínu s cieľom dosiahnuť vysokú pevnosť v ťahu a zvýšený modul elasticity v smere vláken. Zvlákňovanie, ktoré sa vykonáva po napínaní, sa napínaním taktiež uľahčuje.

Postup, používaný na napínanie filmu, nie je rozhodujúci a je možné použiť akýkoľvek postup a zariadenie. Výhodne sa film napína vo vzduchom vyhrievanej peci alebo v kvapalnom médiu, ako je voda alebo olej. Teplota v peci závisí od typu napínaného filmu, ale vo väčšine prípadov je asi 130 až 200 °C, napríklad asi 165 °C. Film môže prechádzať pecou alebo kvapalným médiom pomocou dvoch dvojíc valcov, umiestnených pred (prvá dvojica valcov) a za (druhá dvojica valcov) pecou alebo kvapalným médiom. Rýchlosť druhej dvojice valcov je vyššia ako rýchlosť prvej dvojice valcov, čím dochádza k napínaniu medzi obidvoma dvojicami valcov.

V počiatočnej fáze napínania dochádza k drážkovaniu filmu a tvorba mikrofibríl vnútri filmu. Mikrofibrily sú definované tak, že sú tvorené kryštalickými blokmi v pozdĺžnom smere filmu, ktoré sú obklopené amorfnými oblasťami. Mikrofibrily sú obvykle spojené do zväzkov, ktoré sa nazývajú fibrily. Mikrofibrily a fibrily sú orientované navzájom rovnobežne v smere napínania. Po počiatočnom drážkovaní je film napínaním ďalej deformovaný tak, že sa mikrofibrily premiestňujú a navzájom sa od seba vzďaľujú.

Pomer rýchlostí obidvoch dvojíc valcov definuje pomer predĺženia, t. j. rozsah napínania. Výhodne sa film napína v smere aspoň 1 : 6, napríklad aspoň 1 : 10 a najmä v pomere aspoň 1 : 15. Najvýhodnejšie sa film napína v pomere 1 : 17. Tento pomer predĺženia je možné dosiahnuť napríklad tak, že film prechádza prvou dvojicou valcov rýchlosťou 5 m/min. a druhou dvojicou valcov 85 m/min.

Napínanie môže spôsobiť, že vo filme vznikajú napätia. Tie je možné uvoľniť tak, že sa dlžený film vystaví teplu. Výhodne sa to realizuje tak, že film prechádza pecou, kde sa necháva zmrštiť. Je dôležité, aby toto tvrdenie teplom alebo relaxácia prebiehala pri teplote nižšej ako je teplota dĺženia. Pokiaľ ide o polypropylén, čo je jeden z výhodných polyolefínových komponentov vláken podľa vynálezu, prebieha toto vytvrdzovanie teplom pri asi 130 °C. Po tomto ošetrení je zvyškové zmrštenie veľmi mierne (3 až 5 %) pri teplotách pod 130 °C. Zvlákňovanie alebo štiepenie predĺženého filmu v pozdĺžnom smere, ako môže byť tiež nazývané, sa vykonáva na nožovom a/alebo ihlovom valci s vyššou obvodovou rýchlosťou ako je rýchlosť, ktorou je unášaný film. Ihlový valec je valec, vybavený v smere pohybu filmu kolíkmi, na ktorých sú v malých vzdialenostiach od seba umiestnené ihly. Zvlákňovaním sa získa sieťovitá štruktúra filmu s malými fibrilami.

Pretože polyolefín alebo deriváty polyolefínu sú rezistentné, a teda inaktívne voči väčšine chemikálií, môže byť nutné povrch zvlákneného filmu modifikovať, aby sa dosiahla uspokojivá interakcia vláken a materiálu matrice, ktorý majú stužovať. Povrch zvlákneného filmu môže byť modifikovaný tepelným spracovaním a/alebo podrobený chemickej modifikácii, elektrickej modifikácii a/alebo mechanickej modifikácii.

Jedným typom tepelného spracovania, ktoré sa ukázalo ako veľmi účinné, je prechod plynovým plameňom. Tým sa rozlámu niektoré molekulové väzby a získa sa možnosť vytvoriť na povrchu polárne skupiny.

Chemické ošetrenie sa môže vykonávať rôznymi spôsobmi, napríklad kopolymerizáciou, miešaním práškových substancií alebo aplikáciou kvapaliny na povrch. Použitá chemikália sa volí podľa požadovaných vlastností povrchu, t. j. dobrej fixácie vláken k spojivu. Obzvlášť výhodným sa ukázalo chemické ošetrenie, spočívajúce v zavádzaní OH-, COOH- a/alebo anhydridových skupín do polyolefínového komponentu. Ako príklady chemikálií, ktoré sú vhodné na zavádzanie týchto skupín, je možné uviesť vinylalkohol, kyselinu akrylovú a anhydrid kyseliny maleínovej.

Príkladom elektrickej modifikácie, o ktorom bolo zistené, že dodáva filmu veľmi žiaduce vlastnosti a ktorý je po celom svete využívaný pri výrobe plastových vláken, je ošetrenie korónou. Používa sa pri ňom silný elektrický výboj zo špeciálnej elektródy na povrchu filmu. Požaduje sa pomerne vysoké napätie (asi 25 kV a 20 kHz), aby elektróny získali dostatočnú energiu na preniknutie do povrchu. Keď elektróny narazia na polymérne reťazce vysokou rýchlosťou, rozlomí sa mnoho týchto reťazcov, a tak vznikne možnosť tvorby karbonylových skupín pôsobením ozónu (O_3) vo vzduchu. Tvorbou karbonylovej skupiny sa povrch filmu stáva polárnym, a teda vhodnejším na reakciu s ďalšími chemickými látkami.

Mechanické ošetrenie môže spočívať v pieskovaní a môže byť napríklad uskutočňované v pieskovacej komore, opísanej v ďalej uvedenom príklade 1. Existujú však ďalšie vhodné možnosti mechanického ošetrenia, ktorých podstatným rysom je, že sa dosahuje ďalšie štiepenie povrchu filmu v pozdĺžnom smere. Tiež štruktúrovanie, t. j. zvlňovanie filmu, napríklad ako je opísané v príklade 1, je veľmi účinným prostriedkom modifikácie povrchu.

V niektorých prípadoch môže byť výhodné pozmeňovať alebo modifikovať povrchové vlastnosti vláken a/alebo zvlákneného filmu na špeciálne použitie. Vláknam a/alebo zvláknenému filmu môže byť dodaná hydrofilita, hydrofóbita alebo antistaticita alebo môže byť uľahčené jeho dispergovanie v materiáli danej matrice. Modifikácia povrchu sa vykonáva ošetrením vláken a/alebo zvlákneného filmu povrchovo aktívnou látkou, ako je zmáčadlo, napríklad tzv. „hydrofilná aviváž" (nazývaná aj „hydrofilný zmáčací prostriedok" alebo „hydrofilné mazadlo"), alebo antistatický prostriedok. Povrchovo aktívna látka, ktorá sa má použiť, je takého typu, aby uspokojovala kvalitatívne požiadavky na povrch daného vlákna. Povrchovo aktívne látky sa obvykle používajú v poslednom stupni prípravy vlákna, t. j. pred rezaním. Povrchovo aktívna látka sa obvykle používa v množstve asi 0,15 až 3 % hmotnostné materiálu zvlákneného filmu, častejšie asi 0,4 až 1,6 % hmotnostných materiálu zvlákneného filmu. Konkrétne príklady ošetrenia povrchu vlákna sú uvedené v nasledujúcich príkladoch realizácie vynálezu.

Materiál zvlákneného filmu, ktorý bol podrobený jednej alebo viacerým modifikáciám alebo ošetreniu povrchu, už opísaných, sa reže na získanie vláken vhodnej dĺžky. Výhodne je dĺžka vláken nanajvýš 15 mm, výhodnejšia najviac 12 mm a zvlášť nanajvýš 6 mm. Uvedené maximálne dĺžky je nutné považovať za skutočne maximálne dĺžky pre v podstate všetky vlákna v zmesi. Malé množstvo vláken však môže mať dĺžku, ktorá presahuje tieto maximálne hodnoty, a napriek tomu patria do rozsahu tohto vynálezu.

Vlákna, ktoré sa získajú opísanými operáciami, majú výhodne šírku 20 až 700 µm, výhodnejšie 60 až 300 µm, a zvlášť asi 250 µm. Bolo zistené, že zvlášť vhodné sú vlákna, ktoré tvoria sieť, kde dĺžka jednotlivých vláken je kratšia ako dĺžka medzier medzi vláknami. Je tomu tak v prípade, ak napríklad sa má film rezať na sekané vlákna, vtedy je výhodné, ak je dĺžka medzery väčšia než dĺžka vlákna, aby sa zamedzilo vzájomnému spojeniu medzi jednotlivými vláknami.

Usudzuje sa, že výhodný efekt používania vláken, obsahujúcich častice, v kompozitných materiáloch, je dôsledkom vzniku kapilárneho pôsobenia medzi materiálom matrice a vláknami. Mikroskopicky bolo pozorované, že ak bol film podrobený predlžovaniu, sú v ňom prítomné jemné póry. Usudzuje sa, že tieto póry tvoria spojenie medzi časticami vláken a materiálom matrice, v ktorej sú vlákna uložené. Pretože častice sú výhodne hydrofilného typu, môžu absorbovať vodu, obvykle vo forme vlhkosti, z materiálu matrice, a tak vzniká určitý druh väzby a/alebo výhodnej fixácie.

V podstate všetky častice sú úplne uložené v polyolefíne alebo deriváte polyolefínu, takže povrch vláken sa javí hladký, bez zhlukov alebo iných nepravidelností vplyvom prítomnosti častíc. Z toho sa zdá, že veľkosť častíc musí byť korelovaná na konečnú hrúbku vláken tak, že najväčší rozmer častíc, v prípade kompaktne vzniknutých častíc priemer, je menší než konečná hrúbka vlákna. Bez prekročenia rozsahu vynálezu, ale uvedené ako čisto praktická zásada, najväčší rozmer alebo veľkosť častíc predstavuje nanajvýš jednu tretinu konečnej hrúbky vlákna.

Ako bolo uvedené, vlákna majú hrúbku v rozmedzí 10 až 100 µm a výhodne v rozmedzí 20 až 80 µm. Najvýhodnejšie majú vlákna hrúbku 35 µm. Anorganické častice majú veľkosť v rozmedzí 1 až 10 µm. Dolná medza je uvedená preto, že častice menšie než 1 µm sa ťažko dispergujú homogénne v polyolefinickom komponente alebo v komponente na báze derivátu polyolefínu. Horná medza sa zakladá na praktických skúsenostiach a aj na uvedených vzťahoch medzi hrúbkou vlákna a veľkosťou častíc. Výhodne majú anorganické častice veľkosť v rozmedzí 2 až 7 µm, najmä 3 až 5 µm.

Anorganické častice sú výhodne takého typu, ktorý nepoškodzuje zariadenie používané na prípravu vláken. Dýza akéhokoľvek vytláčacieho stroja je obvykle citlivá na tvrdé materiály, ako sú kovy a iné podobne tvrdé materiály, ktoré prechádzajú dýzou. Anorganické častice sú teda výhodne volené z pomerne mäkkých materiálov (alebo, vyjadrené iným spôsobom, z materiálov, ktoré podstatným spôsobom nepoškodzujú dýzu vytláčacieho stroja), ktoré navyše spĺňajú opísané požadované vlastnosti, t. j. hydrofilitu a veľkosť častíc. Ako príklady vhodných anorganických častíc je možné uviesť kriedu, mastenec, siliku, sľudu, cement, síran bárnatý, sklo a farbivá, napríklad TiO_2. Ako zvlášť vhodná sa ukázala kreda a síran bárnatý, pravdepodobne v dôsledku ich vymedzenej hydrofility. Taktiež sa usudzuje, že značná hustota síranu bárnatého v porovnaní s inými uvedenými typmi častíc (4,5 g/cm^3 oproti asi 2,2 až 3,0 g/cm^3) robí vmiešavanie častíc do ďalej opísaného polyolefínu alebo derivátu polyolefínu ľahším a účinnejším. V niektorých prípadoch môže byť žiaduce, aby vlákna, obsahujúce častice, boli sfarbené. Na tento účel je možné použiť početné farbivá, ako napríklad TiO_2, uvedených vlastností častíc.

Okrem anorganických častíc sú vlákna tvorené plastovým polymérnym materiálom, napríklad polyolefínom, ktorý sa skladá z uhlíka a vodíka, alebo derivátom polyolefínu.

Polyolefín je výhodne zvolený z polypropylénu a polyetylénu. Polypropylén je známou zložkou plastových vláken a samotný sa už dlhý čas používa pre svoju rezistenciu ku kyselinám a zásadám, svoje výhodné pevnostné charakteristiky, svoju nízku hustotu a taktiež svoju nízku cenu. Vlastnosti typického polypropylénového vlákna, bežne známeho ako KRENIT ®, sú ilustrované v nasledujúcich príkladoch.

Ako je zrejmé z tabuľky II v príklade 1, prídavok anorganických častíc k polypropylénovej zložke vlákna má často za následok vlákna menej výhodných vlastností, pokiaľ ide o pevnosť a modul elasticity, než čisto polypropylénové vlákna. Ale pokiaľ sú vlákna zložkou kompozitného materiálu, obsahujúceho anorganické spojivo, je možné pozorovať opačný efekt. Ako je zrejmé z tabuliek III a IV v príklade 2, použitím vláken, obsahujúcich častice, v kompozitných materiáloch sa získajú materiály s prekvapujúcou pevnosťou a flexibilitou v porovnaní s materiálmi, v ktorých sú použité čisto propylénové vlákna.

Ako zložka vlákna, obsahujúceho častice, sa ukázali vhodné tiež rôzne vinylové polyméry, ako je polyvinylalkohol, tvorený uhlíkom, vodíkom a kyslíkom, rovnako ako kyselinu akrylovú a anhydridy organických kyselín, napríklad maleínanhydrid.

Zvlášť výhodná kompozícia vlákna obsahuje polypropylén v množstve 83 % hmotnostných a kriedu v množstve 17 % hmotnostných.

Ďalšie výhodná kompozícia vlákna obsahuje polypropylén v množstve 86 % hmotnostných a síran bárnatý v množstve 14 % hmotnostných.

V závislosti od typu materiálu, v ktorom majú byť vlákna použité, a od použitia výsledného materiálu môžu vlákna obsahovať ďalšie prísady na získanie vlastností, ktoré zodpovedajú danému použitiu. Medzi tieto prísady môžu patriť antioxidanty a UV stabilizátory, ktoré môžu brániť rozkladu plastického materiálu vláken. Antioxidanty a UV stabilizátory sa obvykle pridávajú v množstve 0,5 až 5 % hmotnostných na celkové zloženie vlákna. Tiež je možné používať prísady, spomaľujúce horenie. Môžu byť tvorené kombináciou aromatickej zlúčeniny, obsahujúcej bróm, a oxidu antimonitého Sb_2O_3.

Vlákna, obsahujúce častice, podľa vynálezu, sa výhodne používajú ako zložky anorganických materiálov na báze matríc alebo kompozitných materiálov, napríklad stavebných materiálov, najmä na zlepšenie fyzikálnych vlastností týchto materiálov. Vlákna môžu byť výhodne použité ako náhrada za azbestové vlákna. Kompozitné materiály častejšie obsahujú anorganické spojivo, ktorým môže byť cement, napríklad portlandský, sadra, popolček, napríklad z odlučovačov, silika, wollastonit a/alebo

bentonit. Kompozitné materiály môžu navyše obsahovať superzmäkčovadlá, napríklad zlúčeninu sulfonovaného naftlaénu. Príklady kompozitných materiálov podľa vynálezu sú matricové materiály na báze cementu, ako je betón a malta. Vlákna najčastejšie tvorí 0,1 až 10 % hmotnostných množstva celkového kompozitného materiálu, napríklad asi 5 % hmotnostných celkového kompozitného materiálu, a ako zvlášť výhodný bol nájdený obsah vláken 3 % hmotnostné celkového kompozitného materiálu. Množstvo použitých vláken je samozrejme závislé od typu vyrábaného kompozitného materiálu. Tiež spôsoby výroby kompozitných materiálov sa líšia podľa typu vyrábaného kompozitného materiálu. Kompozitné materiály, v ktorých môžu byť použité vlákna s obsahom častíc podľa tohto vynálezu, sú napríklad opísané v patente USA č. 4 626 345.

Ak ide o vlákna, vystužené materiálmi na báze cementu, bolo zistené, že výhodné je množstvo polypropylénových vláken asi 1,5 až 3 % hmotnostné z celkovej hmotnosti kompozitného materiálu. Pri malte bolo zistené, že sa zníži vývin prasklín, ak boli k malte pridané plastové vlákna. Použitie plastových vláken má za následok betóny s vyššou pevnosťou v ťahu a flexibilitou.

Prehľad obrázkov na výkrese

Na obr. 1 je znázornený princíp štvorbodového zaťažovacieho testu kompozitných materiálov, vystužených vláknami. Doska **1** je umiestnená na skúšobnom stroji akéhokoľvek bežného typu a je podrobovaná zaťaženiu, ako je znázornené. P je veľkosť celkovej záťaže, aplikovanej na dosku.

Na obr. 2 je graficky znázornená závislosť napätia (σ) od pretiahnutia (ε) dosiek podľa príkladu 2, ktorá bola získaná zo štvorbodového zaťažovacieho testu, znázorneného na obr. 1. Z tohto diagramu sa určuje modul elasticity, čo je smernica prvej lineárnej časti priamky, a energia pretiahnutia, čo je plocha pod krivkou.

Príklady uskutočnenia vynálezu

Vynález je bližšie ilustrovaný nasledujúcimi príkladmi.

Príklad 1

Príprava vláken, zvlákňovaných z filmu

Príprava vláken sa uskutočňuje s využitím väčšiny týchto stupňov:

- príprava polyolefínového filmu vytláčaním
- predlžovanie polyolefínového filmu
- fibrilácia predĺženého filmu
- tepelné vytvrdzovanie predĺženého filmu fibrilovaného
- ošetrenie povrchu filmu
- rezanie filmu

Zloženie a podmienky prípravy každého variantu pripravených vláken sú uvedené v tabuľke I, ktorá nasleduje za opisom výrobných stupňov.

Príprava polyolefínového filmu vytláčaním

Polyolefín a častice, ktoré sú zložkou polyolefínového filmu, prípadne v zmesi s prísadami, sa 5 min. miešajú vo vytláčacom stroji typu Bandera (Ø 60 mm, L/D = 24) pri teplote 210 °C a vytláča sa kruhovou dýzou s priemerom 300 mm vo forme vyfukovaného filmu. Týmto spôsobom sa získa film vo forme rukávu, naplneného vzduchom, a pomer vyfukovania, t. j. pomer medzi priemerom rukáva a priemerom kruhovej dýzy je 1,02. Vytláčaný film sa chladí prechodom chladiacim prstencom, ktorý je umiestnený na vrchole dýzy. Po ochladení sa vzduchom naplnený rukáv vedie cez dvojicu valcov rýchlosťou 5,5 mm/min. pre vypudenie vzduchu a získanie dvojvrstvového filmu.

Predlžovanie polyolefínového filmu

Z uvedenej dvojice valcov sa film odvádza na ďalšiu dvojicu valcov, ktorá je umiestnená pod ňou. Film potom prechádza pecou s teplotou 165 °C a treťou dvojicou valcov, umiestnenou na druhej strane pece. V peci sa vyfukovaný film predlžuje, pretože rýchlosť tretej dvojice valcov je väčšia ako rýchlosť druhej dvojice. Konkrétny pomer predĺženia, t. j. pomer rýchlostí obidvoch dvojíc valcov, pre všetky varianty pripravených filmov je uvedený v tabuľke I.

Fibrilácia predĺženého filmu

Predĺžený film prechádza cez ihlový valec, ktorý má 26 ihiel/cm kolíkov. Počet ihiel na cm povrchu valca je 0,55. Film, ktorý má byť fibrilovaný, prechádza cez ihlový valec rýchlosťou 230 m/min.

Tepelné vytvrdzovanie predĺženého fibrilovaného filmu

Tepelné vytvrdzovanie filmu sa uskutočňuje prechodom filmu pecou, vyhrievanou vzduchom s teplotou 130 °C. Film sa pohybuje rýchlosťou 92 m/min.

V priebehu ďalšieho ošetrenia (povrchové ošetrenie a rezanie) sa film pohybuje rýchlosťou asi 87,0 m/min., zodpovedajúcou asi 95 % rýchlosti filmu počas tepelného vytvrdzovania.

Ošetrenie povrchu filmu

Mechanické ošetrenie

Pieskovanie

Film prechádza pieskovacím kanálom, skonštruovaným prihlasovateľmi, kde je bombardovaný jemnými sklenými guľôčkami s priemerom 45 μm. Týmto ošetrením sa získa drsnejší povrch filmu a navyše dôjde k ďalšiemu štiepeniu filmu v smere jeho pohybu.

Profilovanie povrchu filmu

Povrch filmu sa profiluje na vlnitú štruktúru v pozdĺžnom smere pritláčaním vyhrievaného kábla s vlnitým povrchom (obsahujúceho 100 vĺn na 10 cm) na film. Tlak, vyvíjaný valcami na film, sa postupne zvyšuje, potom sa tlak uvoľní a kábel sa odstráni. Tento postup je známy tiež ako metóda tvarovania utĺkaním.

Chemické ošetrenie

Ošetrenie povrchovo aktívnou látkou

Povrchovo aktívna látka sa k filmu pridáva pri prechode dvojicou valcov aplikácia maziva (brizérov), a množstvo povrchovo aktívnej látky, nanášanej na film, sa reguluje rýchlosťou otáčania valcov. V ďalej uvedenej tabuľke I sú pre každý variant vlákna uvedené skutočné množstvá a zloženie povrchovo aktívnej látky.

Elektrické ošetrenie

Na film sa pôsobí silným elektrickým výbojom pri prechode pod elektródou typu Vetaphone T1200. Napätie elektródy je asi 25 kV a 30 kHz (12 kW). Toto elektrické ošetrenie je známe tiež ako ošetrenie korónou.

Rezanie filmu

Rezanie filmu sa vykonáva tangenciálnym prechodom filmu nad kotúčom s priemerom 468 mm, na ktorom sú radiálne umiestnené nože. Film sa k nožom pritláča tlakom, vyvíjaným valcom. Dĺžky získaných vláken sú rovné vzdialenosti medzi radiálne umiestnenými nožmi.

Opísanými spôsobmi sa pripravia rôzne typy vláken. Každý typ vlákna je označený tak, že z označenia vyplýva jeho zloženie, rovnako ako podmienky prípravy. Používa sa skratka PP pre propylén. V tabuľke sú uvedené charakteristiky každého variantu vlákna:

Tabuľka I

Varianty vlákna

Vlákno tvorené PP (variant A)

Zloženie: 99,74 % polypropylénu typu Propathene GWE 23, dodávaného firmou ICI, MFI = 2,5 g/10 min. pri 2,16 kg/230 °C (MFI je % index taveniny, stanovený podľa ISO 1133).

Pripraví sa zmes polypropylénu, UV stabilizátora a antioxidantu so zložením:

8 % UV stabilizátor (Chimnasorb 944)

12 % antioxidant (Irganox^R 8501 W)

80 % polypropylén,

pričom uvedené percentá predstavujú hmotnostné percentá. 1,3 % tejto zmesi sa pridá k polypropylénu, na to celkové množstvo UV stabilizátora a antioxidantu predstavuje 0,25 % hmotnostných, vzhľadom na celkovú hmotnosť kompozície.

Pomer predĺženia: 1 : 17

Dĺžka vlákna: 6 mm

Povrchové ošetrenie:

Chemické: Film sa ošetrí povrchovo aktívnou látkou (AMOA P 231 a Citrol A v objemovom pomere 1 : 3). Kvapalina sa desaťnásobne zriedi vodou z vodovodu. Zriedená kvapalina sa na film nanáša opísaným spôsobom a dosiahne sa stupeň nanesenia asi 10 %, počítané na hmotnosť filmu.

Elektrické: Film sa podrobí opísanému ošetreniu korónou.

Vlákna, tvorené zmesou PP/krieda s pomerom predĺženia 1 : 12 (variant B12)

Zloženie: 25 % predzmesi kriedy (Fulline PMB-F/301), dodávanej firmou Plastigran (a tvorenej kompozíciou 70 % a 30 % polypropylénu)

74,74 % polypropylénu (Propathene GWE 23)

UV stabilizátor a antioxidant, ako je opísané pre vlákno PP

Pomer predĺženia: 1 : 12

Dĺžka vlákna: 6 mm

Povrchové ošetrenie: ako vlákno PP

Pripravia sa zodpovedajúce varianty vlákna, líšiace sa od uvedených charakteristík, ako je opísané ďalej:

Vlákno PP/krieda s pomerom predĺženie 1 : 17 (variant B17)

Vlákno PP/krieda s pomerom predĺženia 1 : 17, podrobené pieskovaniu (variant B17S)

Vlákno PP/krieda s pomerom predĺženia 1 : 17, podrobené pieskovaniu a profilovanou (variant B17SP)

Vlákno PP/krieda s pomerom predĺženia 1 : 20 (variant B20)

Vlákno PP/Ba_2SO_4 (variant C)

Zloženie: 20 % predzmesi báriumsulfátu Fulline PMB-F/401/BF, dodávanej firmou Plastigran (tvorenej kompozíciou 70 % báriumsulfátu a 30 % polypropylénu)

79,74 % polypropylénu Propathene GWE 23

UV stabilizátor a antioxidant, ako je opísané pre vlákno PP

Pomer predĺženia: 1 : 17

Dĺžka vlákna: 6 mm

Povrchové ošetrenie: ako vlákna PP

Špeciálne vlákno PP/krieda (variant D)

Zloženie: 25 % predzmesi kriedy /Fulline PMB-F/301/ so zložením 70 % kriedy a 30 % polypropylénu

74,74 % polypropylénu (Propathene GWE 23)

UV stabilizátor a antioxidant, ako pri vlákne PP

Pomer predĺženia: 1 : 17

Dĺžka vlákna: 6 mm

Povrchové ošetrenie:

Mechanické: pieskovanie opísaným spôsobom

Chemické: Film sa ošetrí povrchovo aktívnou látkou (BW-T, Nisshin Kagaku Kenkyosho Ltd.), zriedenou vodou v objemovom pomere 1 : 3,8

Elektrické: opísaným spôsobom.

Každý z variantov filmu sa podrobí (v štádiu pred rezaním) ťahovej skúške, vykonanej na skúšobnom stroji Zwick. Testy sa robia tak, že dĺžka fixácie filmu je asi 200 mm a rýchlosť deformácie je 2 mm/min. Modul elasticity sa vypočíta zo sečnice pri pretiahnutí 0,2, 0,5 a 1,0 %. Výsledné napätie sa vypočíta ako maximálna sila, delená prierezom filmu. Výsledné predĺženie je predĺženie pri maximálnej sile. Stredná hodnota, získaná z 5 rôznych testov, je uvedená v tabuľke II spolu so štandardnou odchýlkou a koeficientom variácie. Sú uvedené tiež hustoty každého variantu filmu.

Výsledky, získané pre varianty filmu, platia rovnako pre varianty vlákna, pretože film a vlákno sú rôzne formy tej istej kompozície. Preto je v nasledujúcej tabuľke uvádzaný termín vlákno.

Tabuľka II

vlákno PP

hustota 910 kg/m^3

		str. hodnota	št. odchýlka	k. variácie /%/
modul elasticity	0,2 %	15,1	2,84	19
elasticity	0,5 %	12,4	1,39	11
GPa	1,0 %	10,0	0,61	6
pevnosť kPa		429	55	13
výsledné pretiahnutie %		7,72	1,40	18

Vlákno PP/krieda, pomer predĺženia 1 : 12

hustota 1030 kg/m^3

		str. hodnota	št. odchýlka	k. variácie /%/
modul	0,2 %	7,01	2,65	38
elasticity	0,5 %	5,94	1,39	23
GPa	1,0 %	5,23	0,38	7
pevnosť kPa		299	29	10
výsledné pretiahnutie %		13,27	0,90	7

Vlákno PP/krieda, pomer predĺženia 1 : 17

hustota 1030 kg/m^3

		str. hodnota	št. odchýlka	k. variácie /%
modul	0,2 %	8,93	2,32	26
elasticity	0,5 %	8,56	1,54	18
GPa	1,0 %	7,39	0,96	13
pevnosť kPa		321	37	12
výsledné pretiahnutie %		7,39	0,53	7,1

Vlákno PP/krieda, pomer predĺženia 1 : 20

hustota 1030 kg/m^3

		str. hodnota	št. odchýlka	k. variácie/%
modul	0,2 %	11,60	2,09	18
elasticity	0,5 %	10,27	0,95	9
GPa	1,0 %	8,62	0,48	6
pevnosť MPa		341	10	3
výsledné pretiahnutie %		7,14	0,38	5

Vlákno PP/$BaSO_4$

hustota 960 kg/m^3

		str. hodnota	št. odchýlka	k. variácie /%
modul	0,2 %	8,39	0,86	10
elasticity	0,5 %	9,25	0,65	7
GPa	1,0 %	8,64	0,56	7
pevnosť MPa		263	73	28
výsledné pretiahnutie %		5,94	1,09	18

Špeciálne vlákno PP/krieda

hustota 1030 kg/m^3

		str. hodnota	št. odchýlka	k. variácie /%/
modul	0,2 %	8,93	2,32	26
elasticity	0,5 %	8,56	1,54	18
GPa	1,0 %	7,39	0,86	12
pevnosť MPa		321	37	12
výsledné pretiahnutie %		7,39	0,53	7,1

V súvislosti s uvedenou diskusiou je zrejmé, že vlákna, obsahujúce častice (všetky typy okrem PP vláken) majú menej žiaduce vlastnosti ako vlákna bez častíc (vlákno PP). Hodnoty modulu elasticity a pevnosti vlákna PP sú značne vyššie ako zodpovedajúce hodnoty vláken, obsahujúcich častice, a výsledné pretiahnutie, ktoré môže byť definované ako odolnosť voči napätiu pred pretrhnutím.

Príklad 2

Dosky, vystužené vláknami

Príprava dosák, vystužených vláknami, filtráciou

Suspenzia, obsahujúca 109 g sušiny, pozostávajúca z:

celulóza stora 61 SR°50	4 %
silika Elkem 98 %	10 %
polyolefínové vlákna	3 %
cement (nízky obsah alkálií, odolný voči sulfátom)	83 %

a 163 g vody sa umiestni do filtračného zariadenia (filtračné zariadenie JM firmy John Mansville). Uvedené množstvá sú udané v hmotnostných percentách, vzhľadom na celkovú hmotnosť sušiny. Polyolefínovými vláknami sú vlákna podľa príkladu 1. Voda zo suspenzie sa odsaje s použitím vákua 0,27 bar, potom sa filtračný koláč umiestni do lisu, kde sa podrobí na krátky čas tlaku asi 10 MPa. Priepustnosť materiálu v jeho nevytvrdenej forme sa stanovuje prostredníctvom času filtrácie. Zaznamená sa čas filtrácie, t. j. čas pôsobenia nízkeho tlaku na každú z pripravených dosák.

Po sformovaní sa dosky vytvrdzujú 24 h vo zvlhčovacej komore, potom sa 5 dní vytvrdzujú pod vodou pri teplote miestnosti. Dosky, pripravené uvedeným postupom, majú dĺžku asi 203 mm, šírku asi 76,5 mm a hrúbku asi 5 mm.

Mechanické vlastnosti dosák, vystužených vláknami

Mechanické vlastnosti dosák, vystužených vláknami, sa zisťujú tak, že sa dosky podrobujú štvorbodovej zaťažovacej skúške, znázornenej v princípe na obr. 1. Skúša sa 10 dosák každého variantu; päť dosák sa skúša vo vlhkom stave a zvyšných päť v suchom stave, získanom tak, že sa dosky podrobia sušeniu počas 2 dní v sušiarni s teplotou 110 °C. Charakteristiky napätia (σ) deformácie (ε), zistené pre dosky štvorbodovo zaťažkávajúcou skúškou, sa vynášajú do grafu, ktorý je schematicky znázornený na obr. 2. Odčítajú sa hodnoty napätia a deformácie v bode, kde sa mení proporcionalita medzi napätím a deformáciou (σ_k, ε_k), a hodnoty napätia a deformácie v bode maximálneho zaťaženia (σ_m, ε_m). Z týchto hodnôt sa vypočíta modul elasticity a energia pretrhnutia. Modul elasticity je definovaný ako smernica prvej lineárnej časti krivky, zatiaľ čo energia pretrhnutia je definovaná ako plocha pod krivkou až do maximálneho zaťaženia a počíta sa podľa vzorca

$$W = 1/2\ \sigma_k\varepsilon_k + \sigma_k(\varepsilon_m - \varepsilon_k) + 1/2\ (\sigma_m - \sigma_k)(\varepsilon_m - \varepsilon_k)$$

Je nutné zdôrazniť, že tento vzorec je približný, pretože horná časť závislosti je obvykle mierne zakrivená. Odchýlka od skutočnej hodnoty je však nevýznamná, pretože rozdiel medzi plochou pod krivkou a plochou pod priamkou je veľmi malý vo vzťahu k celkovej ploche.

Mechanické vlastnosti dosák, vystužených vláknami, sú uvedené v nasledujúcej tabuľke. Je uvedená tiež stredná hodnota (M) a štandardná odchýlka (dev).

Tabuľka IIIA

		variant vlákna A mokrý	A suchý	C mokrý	C suchý	D mokrý	D suchý
čas filtrácie	M	888	888	53	53	18	18
	dev	163	163	10	10	2	2
hustota	M	1,781	1,660	1,698	1,644	1,697	1,664
g/cm^3	dev	0,023	0,035	0,020	0,023	0,019	0,011
σ_k MPa	M	10, 1	18,2	9,7	17,4	11,2	23,1
	dev	0,8	3,6	0,4	3,1	1,2	0,6
σ_m MPa	M	13,9	18,2	13,6	18,0	17,3	23,3
	dev	0,8	3,6	1,1	2,8	1,2	0,5
ε_k o/oo	M	0,69	0,90	0,83	1,18	0,70	1,32
	dev	0,09	0,27	0,07	0,10	0,09	0,15
ε_m o/oo	M	3,09	1,02	6,64	1,52	6,81	1,36
	dev	0,98	0,32	1,91	0,28	2,27	0,14
W 10^{-4}Mn/m^2		322,9	98,3	717,1	162,9	906,0	161,7
modulelasti-	M	15,0	19,3	11,8	15,0	16,1	17,6
city GPa	dev	2,7	2,0	1,2	1,4	1,4	1,7

variant vlákna A = vlákno PP

variant vlákna C = vlákno PP/BA_2SO_4

variant vlákna D = špeciálne vlákno PP/krieda

Tabuľka IIIB

		variant vlákna B17S mokrý	B17S suchý	B17SP mokrý	B17SP suchý	B20 mokrý	B20 suchý
čas	M	33	33	18	18	47	47
filtrácie	dev	1	1	3	3	4	4
hustota	M	1,710	1,673	1,687	1,685	1,722	1,691
g/cm^3	dev	0,012	0,020	0,007	0,022	0,010	0,027
σ_k MPa	M	9,9	15,2	9,3	20,2	10,4	16,0
	dev	0,5	1,8	1,2	0,6	0,5	3,0
σ_m MPa	M	13,6	17,1	12,3	20,5	14,4	17,2
	dev	1,1	1,6	1,6	0,6	0,4	2,0
ε_k o/oo	M	0,65	1,29	0,88	1,29	0,91	1,03
	dev	0,13	0,13	0,09	0,23	0,16	0,20
ε_m o/oo	M	5,15	1,51	5,86	1,41	6,20	1,71
	dev	2,05	0,32	2,51	0,37	2,93	0,36
W 10^{-4} Mn/m^2		560,9	141,1	578,8	154,7	703,3	195,3
modul elasti-	M	15,8	12,6	10,6	16,3	11,7	15,6
city GPa	dev	3,8	1,7	1,3	4,0	2,5	0,5

variant vlákna B17S = vlákno PP/krieda s pomerom predĺženia 1 : 17, pieskované

variant vlákna B17SP = vlákno PP/krieda s pomerom predĺženia 1 : 17, pieskované a profilované

variant vlákna B20 = vlákno PP/krieda s pomerom predĺženia 1 : 20.

Príprava dosák, vystužených vláknami, vytláčaním

Dosky, vystužené vláknami, sa pripravia vytláčaním pasty, obsahujúcej

43,5 % cementu (nízky obsah alkálií, odolný voči sulfátom)

20 % lietavého popolčeka

20 % siliky 75 %

14 % wollastonitu Nyad C

1,0 % superzmäkčovadla Mighty ®

1,5 % polyolefínových vláken

a vodu, ktorá sa pridáva v takom množstve, aby pomer vody k pevným látkam bol asi 0,09, počítané hmotnostne.

Uvedené množstvá sú udané v hmotnostných percentách, vzhľadom na hmotnosť pevných zložiek pasty. Polyolefínové vlákna podľa príkladu 1 a typ vláken, použitých pri príprave dosák, je uvedený spolu s vlastnosťami dosák.

Dosky sa pripravujú takto:

Lietavý popolček, silika, polyolefínové vlákna, superzmäkčovadlo Mighty ® a voda sa dôkladne zmiešajú v mixéri, používanom obvykle v pekárenstve. K získanej homogénnej zmesi sa pridá cement a wollastonit a v miešaní sa pokračuje po úplné dispergovanie týchto komponentov do hmoty. Získaná plastická hmota sa prenesie do vytláčacieho stroja (Linden) a vytláča sa plochou dýzou priamo na valcovaciu stolicu na získanie hrúbky výsledných dosák asi 4,5 mm. Dosky sa rozrežú na kúsky s rozmermi asi 300 x 600 mm, ktoré sa potom vytvrdzujú 16 hodín vo vytvrdzovacej komore pri teplote 80 °C. Na laboratórne skúšky sa vyrežú vzorky s rozmermi 202 x x 600 mm a testujú sa v stave skladovacej vlhkosti pri teplote miestnosti. Skúšobné vzorky sa podrobujú štvorbodovej zaťažkávajúcej skúške. Skúšobné vzorky sú vyrezané tak, aby k pretrhnutiu došlo v smere výroby a v smere priečnom na smer výroby. Stanovia sa uvedené vlastnosti napätie-deformácia, t. j. σ_k, ε_k a σ_m, ε_m. Modul elasticity, energia pretrhnutia a hustota dosák sa stanoví opísaným spôsobom. Výsledky, t. j. stredná hodnota a štandardná odchýlka, sú uvedené v tabuľke IV. Výsledky skúšok, kde k pretrhnutiu došlo v smere výroby, sú označené Al a výsledky skúšok, kde k pretrhnutiu došlo v smere priečnom na smer výroby, sú označené T.

Tabuľka IVA

		variant vlákna							
		A		B17S		C		D	
		Al	T	Al	T	Al	T	Al	T
hustota g/cm^3	M	2,118	2,081	2,031	2,112	2,105	2,094	2,089	2,157
	dev	0,015	0,029	0,141	0,048	0,043	0,031	0,054	0,063
σ_k MPa	M	17,6	25,2	18,7	32,0	20,1	29,8	15,8	27,5
	dev	1,1	1,4	2,3	1,3	1,1	0,7	2,3	0,9
σ_m MPa	M	18,1	25,6	18,8	33,3	20,1	29,9	15,9	28,0
	dev	1,1	1,1	2,4	0,8	1,1	0,9	2,2	0,9
ε_k o/oo	M	0,45	0,63	0,52	0,70	0,41	0,65	0,39	0,59
	dev	0,03	0,03	0,09	0,04	0,11	0,05	0,04	0,05
ε_m o/oo	M	0,50	0,66	0,54	0,75	0,41	0,68	0,41	0,63
	dev	0,04	0,05	0,09	0,06	0,11	0,07	0,04	0,05
W 10^{-4} Mn/m^2	M	48,5	87,0	52,4	128,3	47,2	105,8	34,0	92,3
modul elasticity GPa	M	38,9	40,3	36,5	45,9	51,0	45,7	40,2	47,2
	dev	1,8	3,3	6,8	3,7	11,4	3,9	3,1	4,4

variant A = vlákno PP

variant vlákna B17S = vlákno PP/krieda s pomerom predĺženia 1 : 17, pieskované

variant vlákna C = vlákno PP/Ba_2SO_4

variant vlákna D = špeciálne vlákno PP/krieda

Tabuľka IVB

		variant vlákna			
		B17SP		B20	
		Al	T	Al	T
hustota g/cm^3	M	2,103	2,076	2,124	2,080
	dev	0,057	0,035	0,032	0,020
σ_k MPa	M	19,6	29,7	19,4	29,8
	dev	1,3	1,3	0,8	0,8
σ_m MPa	M	19,8	29,7	19,5	29,8
	dev	1,2	1,3	0,9	0,9
ε_k o/oo	M	0,42	0,70	0,50	0,67
	dev	0,10	0,05	0,11	0,05
ε_m o/oo	M	0,46	0,70	0,52	0,67
	dev	0,11	0,05	0,14	0,06
W 10^{-4} Mn/m^2	M	49,5	103,95	52,4	90,8
modul elasticity GPa	M	48,5	42,7	40,2	45,1
	dev	10,9	2,0		4,7

variant vlákna B17SP = vlákno PP/krieda s pomerom predĺženia 1 : 17, pieskované a profilované

variant vlákna B20 = vlákno PP/krieda s pomerom predĺženia 1 : 20

Z výsledkov je vidieť, že dosky, obsahujúce vlákna s obsahom častíc podľa vynálezu, majú lepšie vlastnosti, pokiaľ ide o elasticitu, pevnosť a deformáciu, v porovnaní s doskami, vyrobenými z obvyklých polypropylénových vláken.

Príklad 3

Fixácia vytláčaného nedĺženého filmu v cemente

Fixácia medzi vláknom a matricou je pri vývoji plastových vláken dôležitým parametrom, pretože dobrá fixácia je nutnou požiadavkou pre použiteľnosť mechanických vlastností vláken, ale súčasne sa tento parameter veľmi ťažko meria.

Meranie fixácie medzi plastom a cementom sa vykonáva na vytláčanom nedĺženom filme, z ktorého boli pripravené všetky varianty vlákna podľa príkladu 1. Čistá cementová pasta (Rapidcement, pomer vody k cementu 0,5) sa aplikuje na plastový film a povrchy dvoch kruhových oceľových skúšobných teliesok s vnútorným priemerom 44, resp. 70 mm. Skúšobné telieska sa umiestnia sústredne na obidve strany plastového filmu tak, že cement na každej strane plastového filmu a cement na každom oceľovom teliesku navzájom prilipnú. Pripraví sa tak 10 takých skúšobných teliesok a cement na nich sa vytvrdzuje vo zvlhčovacej komore pri teplote miestnosti. Po 7 dňoch sa 5 teliesok vyberie a umiestni sa voľne v laboratóriu (vlhkosť 50 %, teplota 21 °C) (vytvrdzovanie za sucha), zatiaľ čo ostatné zostávajú vo zvlhčovacej komore (vlhkosť 95 až 100 %, teplota 21 °C) (vytvrdzovanie za mokra).

Po ďalších 7 dňoch stabilizácie sa skúšajú fixačné vlastnosti každého polyolefínového filmu. Dve sústredne usporiadané kruhové oceľové telieska sa od seba oddialia krútením pomocou torzného momentu a odčíta sa získaný torzný moment.

Výsledné maximálne napätie v strihu je

$$\tau_{max} = \frac{M_v}{W_v}$$

kde M_v je torzný moment a W_v je reakcia na torzný moment. Tá sa vypočíta nasledujúcim spôsobom:

$$W_v = \frac{\pi}{2}\frac{b^4 - a^4}{b} = 56835 m^3$$

a - vnútorný polomer menšieho oceľového skúšobného telieska = 44/2 mm

b- vnútorný polomer väčšieho oceľového skúšobného telieska = 70/2 mm.

Výsledky skúšok vytláčaného nedĺženého filmu, z ktorého boli pripravené varianty vlákna, sú uvedené v tabuľke V.

Tabuľka V

Vytláčaný nedĺžený film s kompozíciou

	variant vlákna		
	A	B	C
τ_{such} MPa	0,163	0,331	0,414
V_{such} MPa	0,008	0,006	0,009
τ_{mok} MPa	0,209	0,314	0,308
V_{mok} MPa	0,007	0,004	0,013

variant A = vlákno PP
variant B = vlákno PP/krieda
variant C = vlákno PP/Ba_2SO_4

τ_{such} je stredná hodnota maximálneho napätia v strihu 5 skúšobných teliesok, ktoré boli vytvrdené čiastočne vo zvlhčovacej komore a čiastočne v podmienkach laboratória.

τ_{mok} je stredná hodnota maximálneho napätia v strihu 5 skúšobných teliesok, ktoré boli vytvrdzované len vo zvlhčovacej komore.

V_{such}, resp. V_{mok} je štandardná odchýlka τ_{such}, resp. τ_{mok}.

Z výsledkov je zrejmé, že hodnoty pre film, obsahujúci častice, sú systematicky lepšie než pre film bez častíc. Ďalej sú hodnoty pre skúšobné vzorky, podrobené vytvrdzovaniu za sucha lepšie než pre vzorky vytvrdzované za mokra.

To je opak výsledkov, pozorovaných pri PP vláknach (bez obsahu častíc).

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Kompozitný materiál vystužený vláknami, **vyznačujúci sa tým**, že obsahuje anorganické spojivo a vystužujúce vlákna z polyolefínu alebo derivátov polyolefínu, ktoré majú hrúbku 10 až 100 µm a obsahujú anorganické častice s veľkosťou 1 až 10 µm v množstve aspoň 12 % hmotnostných, vzhľadom na celkovú hmotnosť vlákna.

2. Kompozitný materiál podľa nároku 1, **vyznačujúci sa tým**, že anorganické spojivo je tvorené cementom, ako je portlandský cement, popolom, ako je lietavý popolček, silikou, wollastonitom a/alebo bentonitom a prípadne ďalej obsahuje superzmäkčujúci prostriedok, ako sú zlúčeniny sulfónovaného naftalénu.

3. Kompozitný materiál podľa nároku 1 alebo 2, **vyznačujúci sa tým**, že anorganické častice vo vláknach tvoria 17 % hmotnostných celkovej hmotnosti vláken a majú veľkosť 3 až 5 µm.

4. Kompozitný materiál podľa nároku 1 až 3, **vyznačujúci sa tým**, že anorganické častice vo vláknach sú zvolené z kriedy, siliky, sľudy, cementu, síranu bárnatého, skla a farbiva, ako je oxid titaničitý.

5. Kompozitný materiál podľa nárokov 1 až 4, **vyznačujúci sa tým**, že polyolefín je zvolený z polypropylénu a polyetylénu, derivátom polyolefínu je alkohol (vinylový polymér), najmä polyvinylalkohol, alebo kyselina akrylová alebo anhydrid organickej kyseliny, pričom polyolefínové reťazce polyolefínového komponentu sú orientované jednosmerne.

6. Kompozitný materiál podľa nárokov 1 až 5, **vyznačujúci sa tým**, že vlákna obsahujú polypropylén v množstve 83 % hmotnostných a kriedu v množstve 17 % hmotnostných alebo polypropylén v množstve 86 % hmotnostných a síran bárnatý v množstve 14 % hmotnostných.

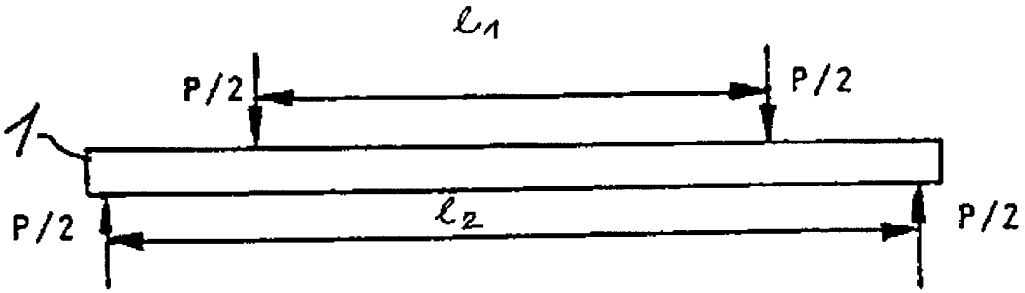
7. Kompozitný materiál podľa nárokov 1 až 6, **vyznačujúci sa tým**, že hrúbka vláken je najviac 100, výhodne 20 až 80 a prednostne 35 µm.

8. Kompozitný materiál podľa nárokov 1 až 7, **vyznačujúci sa tým**, že šírka vláken je 20 až 700, výhodne 60 až 300 a prednostne asi 250 µm.

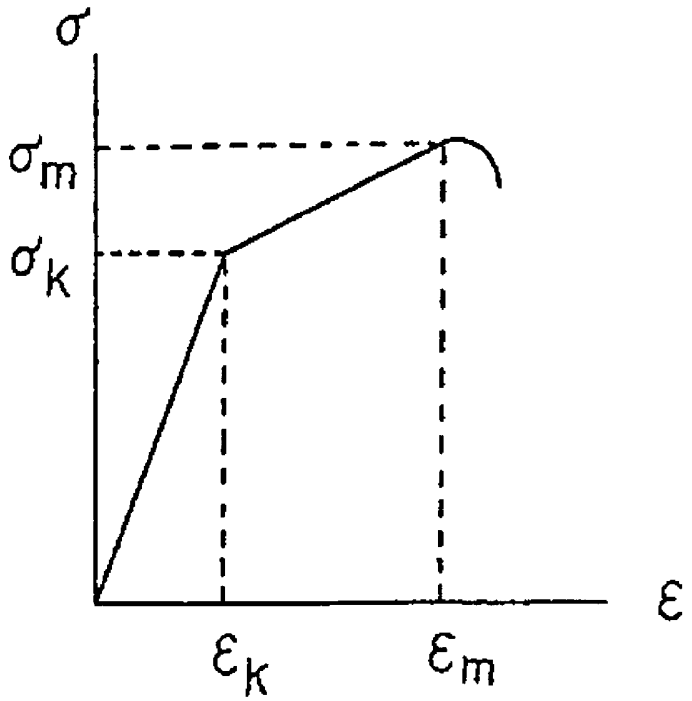
9. Kompozitný materiál podľa nárokov 1 až 8, **vyznačujúci sa tým**, že vlákna tvoria sieť, pričom dĺžka jednotlivých vláken je kratšia než dĺžka medzier medzi vláknami a predstavuje nanajvýš 15, výhodne nanajvýš 6 až 12 a prednostne nanajvýš 6 mm.

10. Kompozitný materiál podľa nárokov 1 až 9, **vyznačujúci sa tým**, že obsahuje povrchovo aktívnu látku.

1 výkres



Obr. 1



Obr. 2

Koniec dokumentu