

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2010-336

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

<i>B32B 5/08</i>	(2006.01)
<i>B32B 5/16</i>	(2006.01)
<i>B32B 5/26</i>	(2006.01)
<i>B32B 5/28</i>	(2006.01)
<i>B32B 7/04</i>	(2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **30.04.2010**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **11.01.2012**
(Věstník č. 2/2012)

(71) Přihlašovatel:

Vysoká škola technická a ekonomická v Českých
Budějovicích, České Budějovice, CZ.

(72) Původce:

Hynek Petr Ing., Bavorov, CZ
Bednářová Petra Ing. Ph.D., České Budějovice, CZ
Hynková Alena Ing., České Budějovice, CZ.

(74) Zástupce:

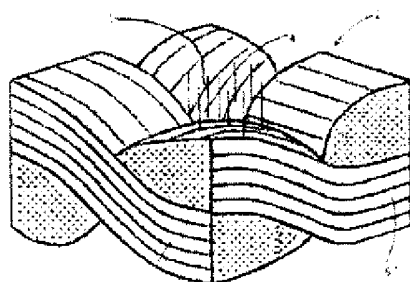
PatentCentrum Sedlák & Partners s.r.o., Husova 5, České
Budějovice, 37001

(54) Název přihlášky vynálezu:

Kompozitový díl a způsob jeho výroby

(57) Anotace:

Kompozitový díl podle řešení zahrnuje alespoň dvě na sobě ležící laminy, tj. vrstvy vláknových výztuží (2, 2') z dlouhých vláken, prosycené pojivem (3). Podle řešení díl obsahuje alespoň jednu oblast s interlaminární vláknovou výztuží (4). tvořenou krátkými vlákny (1) orientovanými v podstatě kolmo k povrchu vláknových výztuží (2, 2') lamin. Krátká vlákna (1) se nanášejí mezi vláknové výztuže (2, 2') ve formě (7) zakryté vakuovací fólií (8) a při odvakuování formy (7) lehkým vakuem se s proudem pojiva (3) dostávají do volných prostorů (5) vláknových výztuží (2, 2'). Při následném zvýšení podtlaku na hluboké vakuum se odsaje přebytečné pojivo (3) přes separační propustnou fólii (9) do odsávací rohože (10). Dochází k podstatnému zvýšení interlaminární pevnosti kompozitu a tím i k výraznému zlepšení jeho mechanických vlastností, zejména odolnosti proti delaminaci a zvýšení mezí pevnosti v tlaku.



Kompozitový díl a způsob jeho výroby

Oblast techniky

Vynález se týká kompozitového dílu, tzn. výrobku, jehož vnitřní struktura obsahuje alespoň jeden pojivem impregnovaný strukturní prvek, tvořený vláknovou výztuží a pojivem, a způsobu jeho výroby.

Dosavadní stav techniky

Pod pojmem „kompozit“ nebo také „vláknový kompozit“ rozumíme v dalším popisu konstrukční materiál složený z dvou a více složek rozdílných mechanických vlastností, zejména z výztužných vláken (vláknové výztuže) a z pojiva. Pojivem tvořící pojivovou matici mohou být např. pryskyřice, polymery, kovy, keramika, sklo aj. Předložený vynález se týká zejména kompozitových dílů s pryskyřičnou pojivovou maticí. Výztužná vlákna mohou být uhlíková, skelná, čedičová, polymerní, kovová nebo keramická. Zatímco výztužná vlákna přenášejí síly působící na kompozitový díl, úkolem pojiva je držet výztužná vlákna pohromadě a ve správné poloze a orientaci.

Pod pojmem „lamina“ rozumíme jednu vrstvu kompozitu s jednoznačně definovanou orientací vláken, tj. např. jednu vrstvu tkaniny. „Laminát“ je složen z několika lamin.

Jsou známy kompozitové díly z krátkých výztužných vláken, např. sekaných, s délkou řádově několik mm a menší, která jsou rozptýlená v pojivu náhodným způsobem.

Dále jsou známy tzv. dlouhovláknové kompozity, u kterých jsou používána kontinuální vlákna, resp. vláknová výztuž je sestavena z dlouhých vláken nebo pramenců probíhajících kompozitovým dílem v podstatě bez přerušení. Může se jednat např. o formy textilie jako je rohož (netkaná úprava vláken, vlákna jsou nahodile uspořádána), nebo tkanina (tkaná úprava vláken do formy tkaniny s různými typy vazeb), nebo pletenina.

Kompozitové díly s kontinuálními výztužnými vlákny se vyrábí tak, že vláknové výztuže se prosytí pojivem a ukládají se do vrstev ve formě (pozitivní nebo negativní). Do vytvářené struktury se podle potřeby může vkládat i lokální vláknová výztuž, která může být

ze stejného druhu vláken jako základní výztuž, nebo se může jednat o jiný druh vláken, zpravidla se jedná o stuhy z rovnoběžných vláken, které nemají podobu souvislých vrstev, a tvoří „žebra“ kompozitového dílu. Po složení se kompozitový díl nechá vytvrdit za normální nebo zvýšené teploty.

Jsou známy i způsoby výroby kompozitových dílů, při kterých se nejprve nakladou do formy suché vláknové výztuže prostrádané vrstvami suchého nebo tixotropního (tekutého) pojiva, a po prosycení vláknových výztuží se díl vytvrdí za normální nebo zvýšené teploty.

Pro prosycení vrstev vláknových výztuží pojivem se používá technologie vakuování, kdy se odsává vzduch z formy, a pojivo v důsledku vyvolaného podtlaku prochází kompozitem podélně mezi jednotlivými vrstvami.

Je známa i technologie označovaná jako „Resin film infusion“, kde forma je zakryta vzduchotěsnou fólií, a vzduch je odsáván tak, že vrstva pojiva prochází alespoň jednou vrstvou vláknové výztuže příčně, tedy napříč ke směru vláken. Tato technologie je používána převážně pro pojiva tvořená epoxidovými pryskyřicemi.

Pro kompozitové díly, které jsou jednosměrně vyztužené vrstvami dlouhovláknových výztuží, je charakteristický výrazný rozdíl mechanických vlastností, zejména tuhosti a pevnosti v tahu a v tlaku, v podélném směru, tj. v rovině vláken, a v příčném směru, tzn. v rovině kolmé na rovinu vláken. V rovině kolmé na vlákna jsou tyto vlastnosti, zejména tlaková odolnost, mnohem horší, což představuje velmi podstatnou nevýhodu kompozitových dílů pro řadu oblastí jejich možného průmyslového využití. Příčinou tohoto stavu je mimo jiné i malá interlaminární soudržnost kompozitu, tj. malá pevnost a soudržnost v oblasti mezi jednotlivými vrstvami (laminami).

Vynález si klade za cíl nalézt a vytvořit kompozitový díl, který by vynikal zvýšenou interlaminární pevností a zlepšenými mechanickými vlastnostmi ve směru kolmém na rovinu vláken, jakož i způsob jeho výroby.

Podstata vynálezu

Vytčeného cíle je dosaženo vytvořením způsobu výroby podle tohoto vynálezu, při kterém se do formy klade alespoň jedna vrstva tuhého, polotuhého nebo tekutého pojiva a

 **PATENTCENTRUM**
SEDLÁK & PARTNERS S.R.O.

IČ: 26039354, DIČ: CZ26039354
P. O. Box 1, Husova 5, 370 01 České Budějovice

alespoň dvě vrstvy vláknové výztuže, forma se utěsni vakuovací fólií a odsáváním vzduchu z formy pojivo prostupuje vláknovými výztužemi lamin ve směru kolmém k jejich povrchu.

Podstata nového způsobu výroby spočívá v tom, že mezi vláknové výztuže lamin se nanáší alespoň v jedné oblasti interlaminární vláknová výztuž tvořená krátkými vlákny, prostor formy se odvakuuje lehkým vakuem v rozmezí od 0,4 do 0,8 atmosférického tlaku, a celá skladba ve formě se zahřeje na zvýšenou teplotu, přičemž se krátká vlákna v toku pojiva orientují v podstatě kolmo k povrchu lamin. Dochází k tomu, že pojivo prochází vláknovými výztužemi v kolmém směru, unáší s sebou krátká vlákna, která vyplňují volné prostory a orientují se do konečné podoby interlaminární vláknové výztuže.

Ve výhodném provedení způsobu výroby podle vynálezu, při kterém je odsáváno přebytečné pojivo a dochází ke zhutnění lamin, se na horní laminu před vakuováním pod vakuovací fólií položí separační propustná fólie a na ní odsávací rohož, a po odvakuvání formy lehkým vakuem a prosycení vláknových výztuží pojivem a zorientování krátkých vláken se celá skladba znovu zahřeje na zvýšenou teplotu, a prostor formy se odvakuuje hlubokým vakuem v rozmezí od 0,8 do 1 atmosférického tlaku, přičemž přebytečné pojivo prochází separační propustnou fólií a nasává se do odsávací rohože, laminy se zhutní a následně se kompozitový díl se vytvrdí při vytvrzovací teplotě.

V jednom výhodném provedení aplikace krátkých vláken se postupuje tak, že krátká vlákna pro vytvoření interlaminární vláknové výztuže se nanáší na nástřik lepidla aplikovaný na vláknovou výztuž laminy.

V jiném výhodném provedení aplikace krátkých vláken se postupuje tak, že krátká vlákna interlaminární vláknové výztuže se aplikují na vláknovou výztuž laminy zátěrem, přičemž jejich hroty vnikají do povrchové vrstvy vláknové výztuže laminy.

Vytčeného cíle je také dosaženo vytvořením kompozitového dílu podle předloženého vynálezu. Kompozitový díl zahrnuje alespoň dvě na sobě ležící laminy, tj. vrstvy vláknových výztuží z dlouhých vláken, prosycené pojivem, alespoň jednu oblast s interlaminární vláknovou výztuží, tvořenou krátkými vlákny orientovanými v podstatě kolmo k povrchu lamin a uspořádanými v matici pojiva. Krátká vlákna vytváří vyztužení pojivové matrice v interlaminární oblasti, kde by se jinak nacházelo čisté a nevyztužené pojivo. Pro další zvýšení interlaminární pevnosti a soudržnosti zasahuje interlaminární vláknová výztuž do první vláknové výztuže a/nebo do druhé vláknové výztuže, a v důsledku kontaktního

propojení vláknových výztuží vzniká kompaktní a stejnorodý celek s menšími rozdíly mechanických vlastností v podélném a příčném směru.

Podstata kompozitového dílu podle tohoto vynálezu spočívá v tom, že vláknové výztuže lamin jsou tvořeny tkaninou, a oblasti s interlaminární vláknovou výztuží se nacházejí ve volných prostorech struktury tkaniny mezi překříženými pramenci vláknové výztuže. U tkaninových výztuží je efekt zvýšení interlaminární pevnosti a soudržnosti velmi výrazný, neboť prostory mezi pramenci dříve tvořily oblasti vyplněné čistým pojivem, tzn. s nejhoršími mechanickými vlastnostmi, a řešením podle předloženého vynálezu dochází u těchto prostorů k výraznému zpevnění, což pozitivně ovlivňuje vlastnosti celého kompozitového dílu.

Délka krátkých vláken interlaminární vláknové výztuže se volí podle gramáže a struktury vláknové výztuže laminy, avšak je výhodné, když délka krátkých vláken tvořících interlaminární vláknovou výztuž leží v rozmezí $20 \leq 40$ % tloušťky laminy.

Optimální je, když délka krátkých vláken tvořících interlaminární vláknovou výztuž odpovídá tzv. kritické délce vlákna pro krátkovláknové kompozity. Za kritickou délku vlákna se považuje taková délka vlákna, při níž je dosaženo rovnováhy mezi pevností rozhraní matrice/vlákna a vlastní pevností vlákna. Pokud je délka vláken menší, je vyztužení kompozitu horší, pokud je délka vláken větší, zůstává pevnost kompozitu již stále stejná, i když se délka vláken zvětšuje.

Výhody kompozitového dílu vyrobeného způsobem podle předloženého vynálezu spočívají zejména v tom, že jednotlivé laminy kompozitu jsou propojeny krátkými vlákny, směřujícími kolmo k povrchu lamin. Tato krátká vlákna vytvoří interlaminární vláknovou výztuž mezi laminami, kde by se jinak nacházela pouze čistá a nevyztužená pojivová matrice. Krátká vlákna tak vyztužují matici ve směru kolmém k rovině rozhraní mezi laminami a vedou k výraznému zvýšení interlaminární pevnosti a ke zlepšení mechanických vlastností kompozitového dílu, zejména pak odolnosti proti delaminaci a zvýšení mezní pevnosti v tlaku.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález bude blíže osvětlen pomocí výkresů, na nichž znázorňují obr. 1 řez vláknovou výztuží laminy kompozitového dílu, tvořenou tkaninou, s vyznačením krátkých vláken

PATENTCENTRUM
SEDLÁK & PARTNERS S.R.O.

IC: 26039354, DIK: CZ26039354
I. O. Box 1, Husova 5, 370 01 České Budějovice.

interlaminární výztuže, obr. 2 pohled na různé vazby tkanin s vyznačením volných prostor mezi pramenci, kde dochází ke vtahování krátkých vláken a zpevnění interlaminární vrstvy, obr. 3 řez formou pro výrobu kompozitového dílu.

Příklady provedení vynálezu

Rozumí se, že dále popsané a zobrazené konkrétní příklady uskutečnění vynálezu jsou představovány pro ilustraci, nikoli jako omezení příkladů provedení vynálezu na uvedené případy. Odborníci znalí stavu techniky najdou nebo budou schopni zjistit za použití rutinního experimentování větší či menší počet ekvivalentů ke specifickým uskutečněním vynálezu, která jsou zde speciálně popsána. I tyto ekvivalenty budou zahrnuty v rozsahu následujících patentových nároků.

Při výrobě kompozitového dílu podle vynálezu se postupuje tak, že do formy 7 se uloží vrstva pojiva 3. Nejčastěji se jedná o polyesterovou, epoxidovou nebo fenolovou pryskyřici, která může být v tuhé nebo polotuhé formě v podobě fólie s různou tloušťkou, nebo může být v tekuté tixotropní formě aplikována do formy 7 jako nástřík.

Tloušťka (množství) pojiva 3 se volí podle množství a gramáže použitých vláknových výztuží 2, 2' lamin, v daném případě tkanin z libovolných vláken (sklo, uhlík, aramid apod.). První vrstva vláknové výztuže 2 (tkaniny) se položí na vrstvu pojiva 3 (pryskyřice). Na první vrstvu vláknové výztuže 2 se aplikuje nástřík lepidla pro fixaci tkanin do formy 7. Typ lepidla závisí na typu použitého pojiva 3.

Na nanesené lepidlo se „napráší“ vrstva krátkých vláken 1, která tvoří mletá vlákna o průměru 10 až 15 μm a délce 50 až 80 μm . Délka krátkých vláken 1 se volí podle gramáže a vazby vláknových výztuží 2, 2' (tkanin) a měla by být v rozmezí 20 až 40 % tloušťky vláknové výztuže 2, 2' ve zhuštěném stavu. Optimální je, aby délka krátkých vláken 1 dosahovala kritické délky vlákna udávané pro krátkovláknové kompozity. Typ krátkých vláken 1 je stejně jako u vláknových výztuží 2, 2' (tkanin) volen podle potřeby. Nemusí být nutně identický s typem vláknových výztuží 2, 2' a vhodným výběrem typu krátkých vláken 1 se dají vhodně upravit vlastnosti interlaminární vláknové výztuže 4 tvořené krátkými vlákny 1 a tím i interlaminární pevnost celého kompozitového dílu.

 **PATENT CENTRUM**
SEDLAK & PARTNERS S.R.O.

IČ: 26039354, DIČ: CZ26039354
P. O. Box 1, Husova 5, 370 01 České Budějovice
www.patentcentrum.com

Na naprášenou vrstvu krátkých vláken 1 se klade další vláknová výztuž 2' (tkanina) druhé laminy a takto se pokračuje až do požadovaného počtu vrstev (lamin) laminátu.

Alternativně k nanášení na lepidlo se může provádět aplikace krátkých vláken 1 na vláknové výztuže 2, 2' jejich zátěrem, přičemž hroty krátkých vláken 1 vnikají (zapichují se) do povrchu vláknové výztuže 2, 2'. Aplikace se provádí např. pomocí plstěného válce, který se neodvaluje, ale smýká se po vláknové výztuži 2, 2' s krátkými vlákny 1, přičemž dochází k jejich zapichování do povrchu. Tato varianta je technologicky spolehlivější, ale vyžaduje specializované zařízení pro provádění zátěru.

Na poslední horní vláknovou výztuž 2' ve formě 7 se položí odsávací separační propustná fólie 9 a na ní odsávací rohož 10. Gramáž odsávací rohože 10 se volí podle tloušťky laminátu a množství pojiva 3. Nakonec se celá skladba ve formě 7 zakryje vakuovací fólií 8 a okraje se utěsní vakuovacím páskem.

Takto připravený kompozitový díl ve formě 7 se odvakuuje lehkým vakuem v rozmezí od 0,4 do 0,8 atmosférického tlaku. Vakuum nesmí být v této fázi hluboké, aby nedošlo k přílišnému stlačení vláknových výztuží 2, 2' lamin. Toto stlačení by zabránilo proudění pojiva 3 skrz výztuže 2, 2' a strhávání krátkých vláken 1 proudem pojiva 3, tzn. nedošlo by k vytvoření interlaminární vláknové výztuže 4 a k propojení nosných výztuží 2, 2', což je podstata procesu.

Následně dojde k zahřátí celé skladby ve formě 7 na zvýšenou teplotu, která je dána především druhem použitého pojiva 3. Pokud je pojivo 3 tuhé nebo polotuhé, dojde k jeho roztavení do tekutého stavu. Pokud je pojivo 3 tekuté, dojde ke snížení jeho viskozity a dosažení lepší zabíhavosti. Nahřátá tekutá a vysoce viskózní pryskyřice tvořící pojivo 3 je v důsledku vakua nasávána skrz vláknové výztuže 2, 2' v kolmém směru, a strhává s sebou krátká vlákna 1 ve směru svého toku, tj. kolmo na povrch laminátu. Tato krátká vlákna 1 vytvářejí interlaminární vláknovou výplň 4, která spojuje vláknové výztuže 2, 2'. Krátká vlákna 1 se vlivem toku pojiva snaží dostat do volných míst, zejména do volných prostorů 5 mezi překříženými pramenci 6, 6' tkaniny tvořící vláknové výztuže 2, 2'.

Po úplném nasátí a prosycení všech vrstev vláknových výztuží 2, 2' dojde ke zvýšení podtlaku na hluboké vakuum v rozmezí od 0,8 do 1,0 atmosférického tlaku, přičemž přebytečné pojivo 3 prochází separační propustnou fólií 9 a nasává se do odsávací rohože 10 a laminát je zhutněn při zachování směru krátkých vláken 1 kolmo na roviny lamin. Následně

při aplikaci vytvrzovacích teplot a cyklů udávaných výrobcí pojiva 3 dojde k vytvrzení kompozitového dílu.

Pro demonstraci příkladů provedení vynálezu slouží následující příkladná provedení kompozitových dílů:

Příklad 1: Panel vnějšího obložení karosérie vozidla

Panel vnějšího obložení karoserie je sendvičový panel tvořený dvěma povrchovými vrstvami kompozitu a jednou vnitřní vrstvou sendvičové výplně. Na výrobu povrchových vrstev je použita technologie, která je popsána výše. Povrchová vrstva sestává ze skelné tkaniny gramáže 350 gr., epoxidové pryskyřice LH 160 a mletých vláken. Díky zvýšené odolnosti kompozitu v tlaku je sendvičový panel výrazně odolnější proti nejčastějšímu způsobu porušení sendvičových dílů zborcením tvaru, tj. ztrátou tuhosti a následně ztrátou pevnosti.

Příklad 2: Sendvičový nebo skořepinový nosník

Pásnice i stojiny nosníku jsou vyráběny pomocí technologie, která je popsána výše, viz řez skladbou kompozitu, a díky zvýšené pevnosti v tlaku dochází k výrazně vyšší stabilitě všech prvků v tlakové oblasti a tím pádem k výraznému nárůstu nosnosti nosníků.

Příklad 3: Střešní panel

Sendvičový voštinový střešní panel je složen ze dvou povrchových vrstev vyrobených technologií, která je popsána výše a vyplněn voštinou. Voština může být různé denzity i z různých materiálů. Díky zvýšené pevnosti v tlaku je opět panel výrazně odolnější proti zborcení a ztrátě stability.

Příklad 4: Stěnový panel

Sendvičový stěnový panel je složen ze dvou povrchových vrstev vyrobených technologií, která je popsána výše a je vyplněn voštinou nebo pěnovou výplní. Voština nebo pěnová výplň může být různé denzity i z různých materiálů. Díky zvýšené pevnosti v tlaku je opět panel výrazně odolnější proti zborcení a ztrátě stability.

Průmyslová využitelnost

Předmět vynálezu je využitelných při výrobě kompozitových dílů ve stavebnictví, strojírenství, letectví, automobilovém průmyslu a dále všude tam, kde je potřeba dosáhnout zvýšení interlaminární pevnosti kompozitových dílů.


PATENTCENTRUM
SEDLÁK & PARTNERS S.R.O.

IČ: 26039354, DIČ: CZ26039354
P. O. Box 1, Husova 5, 370 01 České Budějovice
www.patentcentrum.com

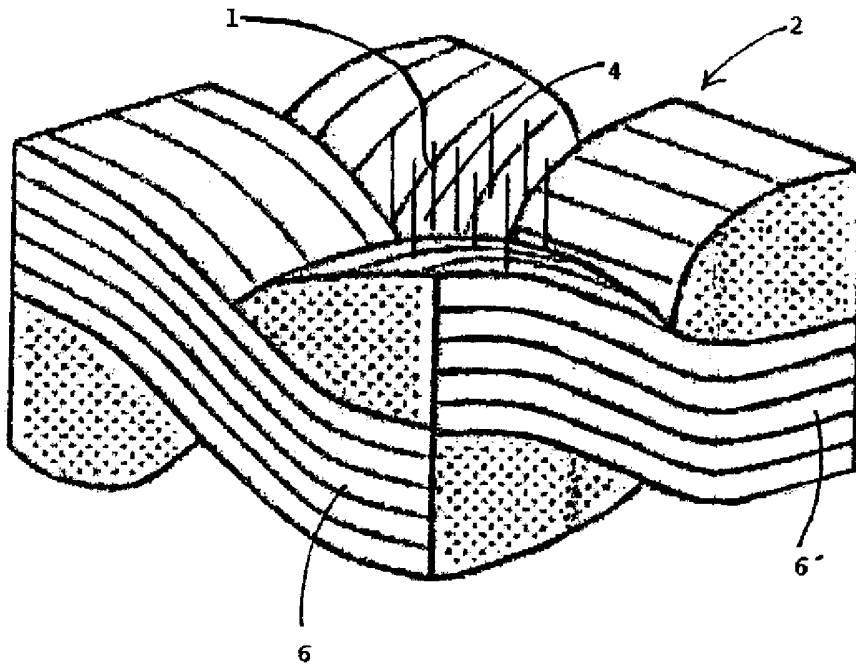
PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob výroby kompozitového dílu, zahrnujícího alespoň dvě na sobě ležící laminy, tj. vrstvy vláknových výztuží (2, 2') z dlouhých vláken, prosycené pojivem (3), při kterém se do formy klade alespoň jedna vrstva tuhého, polotuhého nebo tekutého pojiva (3) a alespoň dvě vrstvy vláknové výztuže (2, 2'), forma (7) se utěsni vakuovací fólií (8) a odsáváním vzduchu z formy (7) pojivo (3) prostupuje vláknovými výztužemi (2, 2') v rovině kolmé k jejich povrchu, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že mezi vláknové výztuže (2, 2') lamin se nanáší alespoň v jedné oblasti interlaminární vláknová výztuž (4) tvořená krátkými vlákny (1), prostor formy (7) se odvakuuje lehkým vakuem v rozmezí od 0,4 do 0,8 atmosférického tlaku, a celá skladba ve formě (7) se zahřeje na zvýšenou teplotu, přičemž se krátká vlákna (1) v toku pojiva (3) zorientují v podstatě kolmo k povrchu vláknových výztuží (2, 2') lamin.
2. Způsob výroby kompozitového dílu podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že na vláknovou výztuž (2') horní laminy se před vakuováním pod vakuovací fólií (8) uloží separační propustná fólie (9) a na ní odsávací rohož (10), a po odvakuování formy (7) lehkým vakuem a prosycení vláknových výztuží (2, 2') pojivem (3) a zorientování krátkých vláken (1) se prostor formy (7) odvakuuje hlubokým vakuem v rozmezí od 0,8 do 1 atmosférického tlaku, přičemž přebytečné pojivo (3) prochází separační propustnou fólií (9) a nasává se do odsávací rohože (10), vláknové výztuže (2, 2') lamin se zhutní a kompozitový díl se následně vytvrdí při vytvrzovací teplotě.
3. Způsob výroby kompozitového dílu podle nároku 1 nebo 2, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že krátká vlákna (1) pro vytvoření interlaminární vláknové výztuže (4) se nanáší na nástřík lepidla aplikovaný na vláknovou výztuž (2) laminy.
4. Způsob výroby kompozitového dílu podle nároku 1 nebo 2, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že krátká vlákna (1) pro vytvoření interlaminární vláknové výztuže (4) se aplikují na vláknovou výztuž (2, 2') zátěrem, přičemž jejich hroty vnikají do povrchové vrstvy vláknové výztuže (2, 2') laminy.

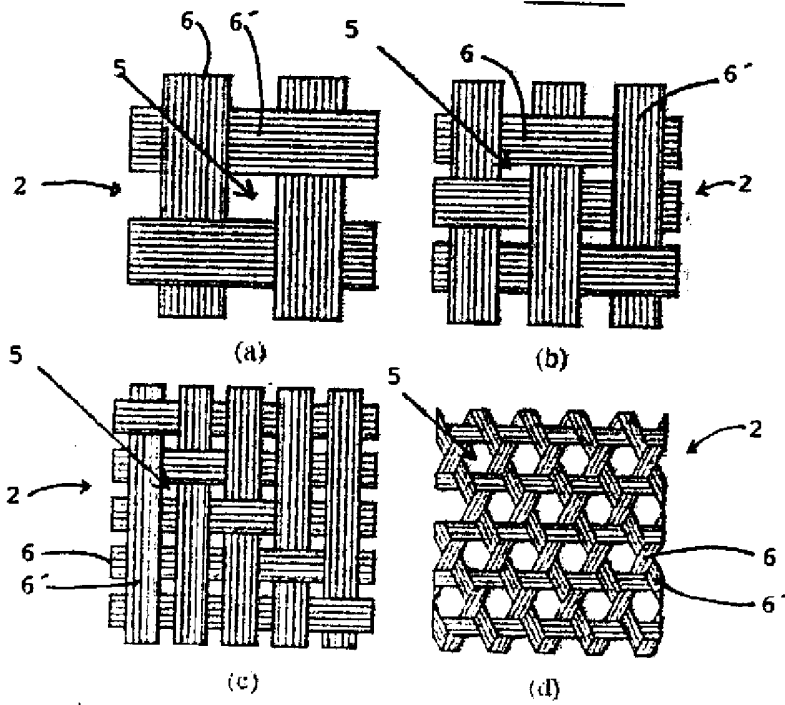
5. Kompozitový díl zahrnující alespoň dvě na sobě ležící laminy, tj. vrstvy vláknových výztuží (2, 2') z dlouhých vláken, prosycené pojivem (3) a obsahující alespoň jednu oblast s interlaminární vláknovou výztuží (4), tvořenou nemagnetickými krátkými vlákny (1) orientovanými v podstatě kolmo k povrchu vláknových výztuží (2, 2') lamin, a uspořádanými v matici pojiva (3), přičemž interlaminární vláknová výztuž (4) zasahuje do první vláknové výztuže (2) a/nebo do druhé vláknové výztuže (2'), vyrobený podle některého z nároků 1 až 4, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že vláknové výztuže (2, 2') lamin jsou tvořeny tkaninou, a oblasti s interlaminární vláknovou výztuží (4) se nacházejí ve volných prostorech (5) struktury tkaniny mezi překříženými pramenci (6, 6') vláknové výztuže .
6. Kompozitový díl podle nároků 5, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že délka krátkých vláken (1) tvořících interlaminární vláknovou výztuž (4) leží v rozmezí $20 \frac{1}{2} \sim 40$ % tloušťky vláknové výztuže (2, 2') ve zhutněném stavu.
7. Kompozitový díl podle ^{podle 5} 5 a 6, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že délka krátkých vláken (1) tvořících interlaminární vláknovou výztuž (4) odpovídá tzv. kritické délce vlákna.

1/2

OBR. 1



OBR. 2



2010-04-10

OBR. 3