

CZ 306018 B6

306 018

(51) Int. Cl.:

D04H 1/728	(2012.01)
B82B 3/00	(2006.01)
B82B 1/00	(2006.01)
D01D 5/08	(2006.01)

ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky:	2014-947
(22) Přihlášeno:	22.12.2014
(40) Zveřejněno:	22.06.2016
(Věstník č. 25/2016)	
(47) Uděleno:	11.05.2016
(24) Oznámení o udělení ve věstníku:	22.06.2016
(Věstník č. 25/2016)	

(56) Relevantní dokumenty:

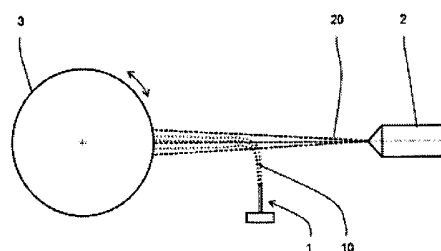
CN 103147226 A; CN 102443870B B; US 7309849 B2; CZ 304137 B6; CZ 2009-149 A

(73) Majitel patentu:
Technická univerzita v Liberci, Liberec 1, CZ

(72) Původce:
prof. RNDr. David Lukáš, CSc., Liberec 6, CZ
Ing. Petr Mikeš, Ph.D., Mníšek u Liberce, CZ
doc. Ing. Eva Kuželová Košťáková, Turnov, CZ
Ing. Pavel Pokorný, Ph.D., Frýdlant v Čechách, CZ
Ing. Ondřej Novák, Ph.D., Liberec 5, CZ
Bc. Filip Sanetník, Liberec 1, CZ
Ing. Jiří Chvojka, Ph.D., Liberec 2, CZ
Ing. Jiří Havlíček, CSc., Hradec Králové, CZ
Ing. Věra Jenčová, Ph.D., Liberec 6, CZ
Mgr. Jana Horáková, Jablonné v Podještědí, CZ
Ing. Lenka Blažková, Jablonec nad Nisou, CZ
Mgr. Kateřina Pilařová, Ústí nad Labem, CZ
Ing. Jakub Erben, Vrchlabí, CZ
Bc. Jan Kavačičin, Turnov, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Dobroslav Musil, patentová kancelář, Ing.
Dobroslav Musil, Zábřdovická 11, 615 00 Brno

kombinuje výhodné vlastnosti polymerních nanovláken (10), zejména jejich velký měrný povrch, vysokou sorpční kapacitu, mikronové či submikronové mezivláknenné prostory s výhodnými mechanickými vlastnostmi mikrovláken (20). Vynález se dále týká také zařízení k provádění tohoto způsobu a kompozitního textilního materiálu vyrobeného tímto způsobem a obsahujícího polymerní nanovlákná (10) uložená na povrchu a mezi mikrovláky (20) nebo mezi dvěma vrstvami mikrovláken (20).



(54) **Název vynálezu:**
Způsob a zařízení pro výrobu textilního kompozitního materiálu obsahujícího polymerní nanovláknna, textilní kompozitní materiál obsahující polymerní nanovláknna

(57) Anotace:
Při způsobu výroby kompozitního textilního materiálu obsahujícího polymerní nanovlákná (10) s alespoň jedním zvláknovacím prvkem (1), na principu odstředivého zvláknování nebo elektrického zvláknování, vytváří objemový útvar tvořený polymerními nanovlákný (10), který se ukládá na povrch kolektoru (3), na který se současně ukládají také mikrovlákná (20) vytvořená technologií meltblown a/nebo spunbond a/nebo elektrostatického zvláknování. Přitom na povrchu kolektoru (3) vzniká kompozitní textilní materiál, který

Způsob a zařízení pro výrobu textilního kompozitního materiálu obsahujícího polymerní nanovláknna, textilní kompozitní materiál obsahující polymerní nanovláknna

5 Oblast techniky

Vynález se týká způsobu pro výrobu textilního kompozitního materiálu obsahujícího polymerní nanovláknna.

- 10 Vynález se dále týká také zařízení pro výrobu textilního kompozitního materiálu obsahujícího polymerní nanovláknna. Kromě toho se vynález dále týká také tohoto textilního kompozitního materiálu obsahujícího polymerní nanovláknna.

15 Dosavadní stav techniky

- Do současné doby bylo vyvinuto několik postupů pro výrobu nanovláken, tj. vláken o průměru pod 1 mikrometr, které jsou založeny na různých fyzikálních nebo chemických procesech. Nejvýznamnějším z nich, a v současné době také jediným, který je schopen vyrábět nanovláknna v průmyslovém měřítku, je elektrostatické zvlákňování využívající stejnosměrné napětí, při kterém se nanovláknna formují silovým působením elektrického pole vytvořeného mezi alespoň jednou sběrnou elektrodou a alespoň jednou zvlákňovací elektrodou z roztoku nebo taveniny polymeru. Přitom je výhodné, pokud je zvlákňovací elektroda tvořená tělesem protáhlého tvaru – např. dle CZ 294 274, nebo pokud obsahuje protáhlý zvlákňovací prvek/prvky – např. dle CZ 299 549 po kruhové dráze se pohybující nebo dle CZ 300 345 statickou nebo ve směru své délky se pohybující strunu, atd., a roztok nebo tavenina polymeru se zvlákňuje z povrchu této zvlákňovací elektrody, resp. jejího zvlákňovacího prvku/prvků, neboť v takových případech se dosahuje nejvyšší rovnoměrnosti vytvářené vrstvy polymerních nanovláken.

- 30 V CZ 304 137 pak byla navržena modifikace tohoto procesu, u které se elektrické pole pro elektrostatické zvlákňování vytváří mezi zvlákňovací elektrodou, na kterou se přivádí střídavé napětí, a ionty vzduchu a/nebo plynu vytvořenými a/nebo přivedenými do jejího okolí. Podle aktuální fáze střídavého napětí se pak na zvlákňovací elektrodě vytváří polymerní nanovláknna s opačným elektrickým nábojem a/nebo s úseky s opačným elektrickým nábojem, která po svém vzniku v důsledku působení elektrostatických sil vytváří objemový útvar, který se volně pohybuje ve směru gradientu elektrických polí směrem od zvlákňovací elektrody. Dle teoretických srovnání dosahuje tato varianta až několikanásobně vyššího výkonu než varianty založené na stejnosměrném napětí.

- 40 Kromě těchto postupů založených na využití silového působení elektrického pole je dále známý také způsob pro výrobu nanovláken založený na využití odstředivé síly, kdy je roztok nebo tavenina polymeru vytlačován/vytlačována odstředivou silou z otvorů vytvořených v plášti rotujícího tělesa ve tvaru disku (viz např. DE 102005048939) nebo válce (viz např. JP 2008/127 726).

- 45 Nevýhodou nanovláken vytvářených kterýmkoliv z výše popsaných postupů je to, že je nelze díky jejich velmi nízké pevnosti a soudržnosti využít samostatně, a vždy je nutné je, obvykle již během výroby, ukládat na vhodné podpůrné materiály (např. textílii, papír, kovovou nebo plastovou fólii nebo mřížku, apod.), které jim poskytují požadované mechanické vlastnosti, avšak současně svou přítomností značně omezují jejich reálné využití. Bez uložení na podkladový materiál, případně po sejmutí z něj, se nanovláknna díky svému velkému měrnému povrchu (obvykle ještě v kombinaci se zbytkovým elektrickým nebo elektrostatickým nábojem) a z toho vyplývající vysoké adhezi samovolně shlukují a velmi ochotně ulpívají na okolních předmětech, takže manipulace s nimi a jejich případné využití, je díky tomu značně problematické. Pokud se pak tyto shluky použijí pro přípravu kompozitních materiálů, nezaručují vytvoření struktur

s obvykle požadovaným rovnoměrným rozložením nanovláken, a tedy ani s rovnoměrným rozložením vlastností, resp. parametrů.

5 Cílem vynálezu je navrhnout způsob pro výrobu textilního kompozitního materiálu, který by obsahoval polymerní nanovlákná a další složku/složky, která/které by tomuto materiálu poskytovaly požadované mechanické vlastnosti a morfologii, aniž by však svou přítomností omezovaly reálné využití tohoto materiálu, specifických vlastností nanovláken, nebo přístup k nanovláknům.

10 Kromě toho je cílem vynálezu navrhnout zařízení k provádění tohoto způsobu a textilní kompozitní materiál, který by obsahoval nanovlákná a přitom měl vhodné mechanické vlastnosti pro praktické využití.

Podstata vynálezu

15 Cíle vynálezu se dosáhne způsobem výroby kompozitního textilního materiálu obsahujícího polymerní nanovlákná, při kterém se alespoň jedním zvlákňovacím prvkem (na principu odstředivého zvlákňování nebo elektrického zvlákňování) vytváří objemový útvar tvořený polymerními nanovláknými, který se ukládá na povrch kolektoru, na který se současně ukládají také mikrovlákná vytvořená technologií meltblown a/nebo spunbond a/nebo elektrostatického zvlákňování a/nebo
20 jinou technologií pro výrobu mikrovláken. Přitom na povrchu kolektoru vzniká kompozitní textilní materiál, který kombinuje výhodné vlastnosti polymerních nanovláken – zejména jejich velký měrný povrch, vysokou sorpční kapacitu, mikronové či submikronové mezivláknenné prostory, apod. s výhodnými mechanickými vlastnostmi mikrovláken, díky čemuž je možné s ním velmi
25 dobře manipulovat nebo ho dále zpracovávat.

Objemový útvar tvořený polymerními nanovláknými a mikrovláknými se přitom na povrchu kolektoru ukládají navzájem nezávisle, nebo se objemový útvar tvořený polymerními nanovláknými před uložením na povrchu kolektoru paralelizuje mezní vrstvou vytvořenou proudem vzduchu nebo plynu
30 nesoucího nebo usměrňujícího mikrovlákná s těmito mikrovláknými, přičemž v obou případech se polymerní nanovlákná a mikrovlákná na povrch kolektoru ukládají do samostatných, střídajících se, vrstev.

V jiné variantě tohoto způsobu se do objemového útvaru tvořeného polymerními nanovláknými před jeho uložení na povrchu kolektoru zanáší mikrovlákná vytvořená technologií meltblown a/nebo spunbond a/nebo elektrostatického zvlákňování. V takovém případě se polymerní nanovlákná zachytávají a ukládají na povrchu mikrovláken a spojují se s nimi, čímž se vytváří směs
35 polymerních nanovláken a mikrovláken, která se poté ukládá na kolektor nebo se odvádí do místa jejího dalšího zpracování a/nebo využití.

40 Kromě toho se cíle vynálezu dosáhne také zařízením pro výrobu textilního kompozitního materiálu obsahujícího polymerní nanovlákná, které obsahuje alespoň jeden zvlákňovací prvek pro výrobu objemového útvaru tvořeného polymerními nanovláknými, jehož podstata spočívá v tom, že do prostoru výroby polymerních nanovláken a/nebo formování objemového útvaru tvořeného
45 polymerními nanovláknými je vyústěna alespoň jedna tryska zařízení pro výrobu mikrovláken technologií meltblown a/nebo spunbond a/nebo elektrostatického zvlákňování a/nebo jinou technologií pro výrobu mikrovláken.

V jedné variantě je pak proti trysce/tryskám zařízení pro výrobu mikrovláken technologií meltblown a/nebo spunbond a/nebo elektrostatického zvlákňování a/nebo jiného způsobu výroby
50 mikrovláken na opačné straně zvlákňovacího prvku/prvků uspořádán pohyblivý nebo statický kolektor pro uložení vytvořeného kompozitního textilního materiálu obsahujícího polymerní nanovlákná, nebo odvod vytvořeného kompozitního textilního materiálu obsahujícího polymerní nanovlákná.

55

Kolektor je pak s výhodou vytvořený jako elektricky vodivý, přičemž je uzemněný, takže umožňuje odvod elektrického náboje z polymerních nanovláken a/nebo mikrovláken, nebo je propojený se zdrojem elektrického napětí o opačné polaritě než tryska/trysky zařízení pro výrobu mikrovláken, v důsledku čehož jsou k němu mikrovlákná a případně vytvořená směs polymerních nanovláken a mikrovláken přitahována.

V jiné variantě provedení obsahuje kolektor elektricky vodivé prvky vzájemně oddělené elektricky nevodivými prvky nebo vzduchovými mezerami, přičemž tyto elektricky vodivé prvky jsou uzemněné, nebo jsou alespoň některé z nich propojené se zdrojem elektrického napětí o opačné polaritě než tryska/trysky zařízení pro výrobu mikrovláken. Mikrovlákná a/nebo nanovlákná se přitom s výhodou formují kolmo na tyto elektricky vodivé prvky.

V některých případech je pro dosažení požadovaného pohybu polymerních nanovláken a/nebo mikrovláken nutné, aby byl prostor ve směru pohybu mikrovláken za pro vzduch průchozím kolektorem, a/nebo vnitřní prostor dutého kolektoru s pro vzduch průchozím pláštěm, propojen se zdrojem podtlaku. Případně může být na opačné straně zvlákňovacího prvku/prvků, než na které je vyústěna tryska/trysky zařízení pro výrobu mikrovláken technologií meltblown a/nebo spunbond a/nebo elektrostatického zvlákňování, nebo proti zvlákňovacímu prvku/prvkům uspořádána podtlaková tryska nebo vedení propojené s podtlakovou tryskou pro odvod vytvářeného textilního kompozitního materiálu obsahujícího polymerní nanovlákná do místa jejího dalšího zpracování a/nebo využití.

Cíle vynálezu se dále dosáhne také kompozitním textilním materiálem obsahujícím polymerní nanovlákná, u kterého jsou polymerní nanovlákná uložena na povrchu a mezi mikrovlákný.

Polymerní nanovlákná přitom mohou být uspořádána do vrstvy uložené na vrstvě mikrovláken nebo mezi dvěma vrstvami mikrovláken, nebo s nimi mohou tvořit homogenní nebo v podstatě homogenní směs.

V obou variantách pak může v případě potřeby být v materiálu polymerních nanovláken a/nebo mikrovláken a/nebo v mezivláknenných prostorech polymerních nanovláken a/nebo mikrovláken zakomponována alespoň jedna vhodná přídavná látka, která nanovláknům a/nebo mikrovláknům poskytuje výhodné vlastnosti a/nebo zvláštní efekt.

Objasnění výkresů

Na přiloženém výkrese je na obr. 1 znázorněno schéma jedné varianty zařízení pro výrobu textilního kompozitního materiálu obsahujícího polymerní nanovlákná podle vynálezu a princip jeho funkce, na obr. 2 schéma druhé varianty zařízení pro výrobu textilního kompozitního materiálu obsahujícího polymerní nanovlákná podle vynálezu a princip jeho funkce, na obr. 3 SEM snímek textilního kompozitního materiálu vytvořeného způsobem podle vynálezu při zvětšení 1000x, na obr. 4 SEM snímek textilního kompozitního materiálu vytvořeného jinou variantou způsobu podle vynálezu při zvětšení 10000x, na obr. 5 SEM snímek textilního kompozitního materiálu vytvořeného jinou variantou způsobu podle vynálezu při zvětšení 4990x, na obr. 6 SEM snímek textilního kompozitního materiálu vytvořeného jinou variantou způsobu podle vynálezu při zvětšení 100x, na obr. 7 SEM snímek textilního kompozitního materiálu vytvořeného jinou variantou způsobu podle vynálezu při zvětšení 5000x, na obr. 8 schéma třetí varianty zařízení pro výrobu textilního kompozitního materiálu obsahujícího polymerní nanovlákná podle vynálezu a princip jeho funkce, a na obr. 9 SEM snímek textilního kompozitního materiálu vytvořeného variantou způsobu podle vynálezu dle obr. 8, při zvětšení 500x.

Příklady uskutečnění vynálezu

5 Zařízení pro výrobu textilního kompozitního materiálu obsahujícího polymerní nanovlákná podle vynálezu obsahuje alespoň jeden zvlákňovací prvek 1, kterým je ve variantách znázorněných na obr. 1, obr. 2 a obr. 8 zvlákňovací elektroda pro výrobu polymerních nanovláken zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru v elektrickém poli způsobem dle CZ 304 137, kdy se elektrické pole, resp. elektrická pole, vytváří mezi alespoň jednou zvlákňovací elektrodou, na kterou se z neznázorněného zdroje přivádí střídavé napětí, a ionty vzduchu a/nebo plynu vytvořenými ioni-
10 zací vzduchu a/nebo plynu v blízkosti zvlákňovací elektrody a/nebo přivedenými, resp. průběžně přiváděnými či přitaženými resp. průběžně přitahovanými do jejího okolí. Ve variantách znázorněných na obr. 1, obr. 2 a obr. 8 je tato zvlákňovací elektroda tvořená statickou trubičkou, avšak v dalších, neznázorněných variantách může být tvořená v podstatě libovolným jiným statickým tělesem (např. jehlou, tryskou, lištou, strunou, atd.) nebo libovolným pohybujícím se tělesem
15 (např. rotujícím podlouhlým tělesem, válcem, diskem, spirálou, prstencem, atd., nebo ve směru své délky nebo po kruhové dráze se pohybující strunou nebo skupinou strun, atd.).

V jiné, neznázorněné variantě provedení zařízení pro výrobu textilního kompozitního materiálu podle vynálezu pak může být zvlákňovací prvek 1 tvořen zvlákňovací hlavou pro výrobu polymerních nanovláken odstředivým zvlákňováním. Tato hlava přitom obsahuje dutý plášť ve tvaru
20 válce nebo disku, případně jiného tělesa, který je perforovaný množstvím otvorů, ze kterých je roztok nebo tavenina polymeru vytvářející polymerní nanovlákná vytlačován/vytlačována odstředivou silou vznikající při jeho rotaci. V jiné variantě odstředivého zvlákňování se může zvlákňovat i z povrchu rotující plochy. Působení odstředivé síly může být v případě potřeby doplněno působením pomocného proudu vzduchu/plynu a/nebo pomocného elektrického pole vytvořeného
25 mezi zvlákňovací hlavou a kolektorem pro ukládání vytvářených nanovláken.

Do prostoru, ve kterém se vytváří polymerní nanovlákná 10 a/nebo do prostoru, ve kterém se formují do objemového útvaru (jak bude detailněji popsáno níže) je pak vyústěna alespoň jedna
30 tryska 2 zařízení pro výrobu mikrovláken 20 technologií meltblown a/nebo spunbond a/nebo elektrostatického zvlákňování a/nebo jinou známou technologií. Proti ústí této trysky/trysek 2 je na opačné straně zvlákňovacího prvku 1 uspořádán kolektor 3 tvořený ve variantě znázorněné na obr. 1 otáčejícím se válcem, a ve variantě znázorněné na obr. 2 pohybujícím se nekonečným pásem, který je určen pro ukládání vytvářeného textilního kompozitního materiálu. Povrch tohoto
35 kolektoru 3, resp. jeho prvků je s výhodou vytvořen z materiálu, ke kterému má tento kompozitní materiál co nejmenší přilnavost, tj. např. z polytetrafluoretylenu (PTFE, teflon), apod., aby bylo možné ho z něj snadno a bez poškození sejmut. V jiných variantách provedení pak může mít kolektor 3 libovolný jiný tvar či konstrukci, přičemž může na svém povrchu obsahovat elektricky vodivé prvky uspořádané např. rovnoběžně s jeho podélnou osou, oddělené vzájemně elektricky
40 nevodivými prvky nebo vzduchovými mezerami (např. ve smyslu článku Dan LI, Yuliang Wang and Younan Xia: Electrospinning of Polymeric and Ceramic Nanofibers as Uniaxially Aligned Arrays, Nano Letters 2003, Vol. 3, No. 8, p. 1167–1171) nebo může být tvořen např. kontinuálně, krokově, případně vratně se pohybujícím nekonečným pásem vhodného elektricky vodivého nebo elektricky nevodivého materiálu, případně skupinou nebo nekonečným pásem obsahujícím
45 elektricky vodivé prvky vzájemně oddělené vzduchovou mezerou nebo prvky z elektricky nevodivého materiálu (např. ve smyslu US 2 123 992 nebo WO 2008/062 264, apod.), pohyblivou nebo statickou mřížkou, případně v podstatě libovolným jiným pohyblivým nebo statickým prvkem/prvky průchozím nebo neprůchozím pro vzduch. Pokud je kolektor 3 vytvořen z elektricky vodivého materiálu, nebo pokud obsahuje prvky pro ukládání textilního kompozitního
50 materiálu z elektricky vodivého materiálu, je výhodné pokud je, resp. jeho prvky jsou, uzemněn/uzemněny, takže umožňují odvod případného zbytkového elektrického náboje uloženého v polymerních nanovláknách 10 a/nebo mikrovláknách 20, nebo pokud je na něj přivedeno napětí opačné polarity, než je napětí přiváděné na trysku/trysky 2 zařízení pro výrobu mikrovláken 20.

Ve variantě provedení znázorněné na obr. 1 je kolektor 3 uložen svou podélnou osou na vodorovné rovině procházející ústím trysky 2, případně vedle sebe uspořádaných trysek 2 pro výrobu mikrovláken 20, avšak dle potřeby může být svou osou uložen pod nebo naopak nad touto rovinou. Prostor za kolektorem 3 a/nebo vnitřní prostor dutého kolektoru 3 s pláštěm průchozím pro vzduch (např. perforovaným nebo tvořeným mřížkou nebo obsahujícím vzduchové mezery oddělující jeho elektricky vodivé prvky, apod.) je pak s výhodou propojen s neznázorněným zdrojem podtlaku, který svým působením přitahuje vytvářená polymerní nanovlákná 10 a mikrovlákná 20 k povrchu kolektoru 3 a přitlačuje je k němu.

V případě potřeby může být kolektor 3 nahrazen jiným prostředkem pro odvod vytvářeného textilního kompozitního materiálu do místa jeho dalšího použití nebo zpracování, jako např. neznázorněnou podtlakovou tryskou, resp. vedením propojeným s podtlakovou tryskou, apod. Taková podtlaková tryska nebo s ní propojené vedení jsou s výhodou uloženy na opačné straně zvlákňovacího prvku 1, než na které je vyústěná tryska/trysky 2 pro výrobu mikrovláken 20, avšak v neznázorněných variantách provedení může být tato tryska nebo toto vedení uložena/uloženo na opačné straně zařízení pro výrobu textilního kompozitního materiálu obsahujícího polymerní nanovlákná 10 než zvlákňovací prvek/prvky 1.

V dalších, neznázorněných variantách provedení může být do prostoru mezi zvlákňovací prvek/prvky 1 a ústí trysky/trysek 2 pro výrobu mikrovláken dále vyústěna alespoň jedna doplňková vzduchová/plynová tryska pro vhodné usměrnění a/nebo urychlení pohybu polymerních nanovláken 10 a/nebo mikrovláken 20 a/nebo směsí polymerních nanovláken 10 a mikrovláken 20, která případně také napomáhá tuhnutí polymerních nanovláken 10 a/nebo mikrovláken 20 jejich ochlazením a/nebo odvodem par rozpouštědla.

Při provozu zařízení pro výrobu textilního kompozitního materiálu obsahujícího polymerní nanovlákná 10 podle vynálezu osazeného alespoň jedním zvlákňovacím prvkem 1 tvořeným zvlákňovací elektrodou pro výrobu polymerních nanovláken 10 zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru v elektrickém poli způsobem dle CZ 304 137 se na tuto zvlákňovací elektrodu přivádí střídavé napětí a elektrické pole, resp. elektrická pole pro zvlákňování se vytváří mezi touto zvlákňovací elektrodou a ionty vzduchu a/nebo plynu vytvořenými ionizací vzduchu a/nebo plynu v blízkosti zvlákňovací elektrody a/nebo přivedenými, resp. průběžně přiváděnými či přitahovanými, resp. průběžně přitahovanými do jejího okolí. Silovým působením těchto elektrických polí se pak na povrchu roztoku nebo taveniny polymeru na povrchu zvlákňovací elektrody vytváří tzv. Taylorovy kužely, ze kterých se následně wydlužují jednotlivá polymerní nanovlákná 10. Střídavé napětí na zvlákňovací elektrodě, resp. periodická změna polarizace zvlákňovací elektrody přitom nedovolí systému vzduch (plyn) – zvlákňovaný roztok nebo tavenina polymeru dosáhnout trvale rovnovážného stavu distribuce iontů vzduchu/plynu, takže zvlákňování může probíhat se stálým výkonem v podstatně libovolně dlouho. Přitom se dle teoretických odhadů i experimentů ukazuje, že výkon tohoto typ elektrostatického zvlákňování je několikanásobně (cca až 5krát či dokonce až 10krát) větší než u elektrostatického zvlákňování při použití stejnoměrného napětí. Vytvářená polymerní nanovlákná 10 se přitom výhodně formují do objemového útvaru, který se pohybuje ve směru gradientu vytvářených elektrických polí směrem od zvlákňovací elektrody.

Na zvlákňovací elektrodu se s výhodou přivádí střídavé napětí o velikosti 10 až 70 kV, s frekvencí 35 až 400 Hz.

Při provozu zařízení pro výrobu textilního kompozitního materiálu obsahujícího polymerní nanovlákná 10 podle vynálezu osazeného zvlákňovacím prvkem 1 tvořeným zvlákňovací hlavou pro výrobu nanovláken odstředivým zvlákňováním vytváří polymerní nanovlákná 10 objemový útvar, který se pohybuje směrem od této hlavy v důsledku své setrvačnosti případně doplněné alespoň jedním pomocným proudem vzduchu/plynu a/nebo působením pomocného elektrického pole.

Do objemového útvaru tvořeného polymerními nanovlákný 10 a pohybujícího se směrem od zvlákňovacího prvku 1 se z trysky/trysek 2 zařízení pro výrobu mikrovláken 20 přivádí mikroválka 20, na kterých se polymerní nanovlákná 10 zachytávají, ukládají a případně je (alespoň částečně) obalují, a vytváří tak s nimi kompozitní, samonosný materiál textilního charakteru, s v podstatě homogenním uspořádáním polymerních nanovláken 10 a mikrovláken 20 (viz např. obr. 3, 5, 6, 7). Polymerní nanovlákná 10 a/nebo mikrovlákná 20 přitom mohou v případě potřeby být, díky vhodnému vzájemnému uspořádání jednotlivých prvků zařízení podle vynálezu, v okamžiku kontaktu alespoň částečně v plastickém, resp. ne zcela ztuhlém stavu, díky čemuž se oba typy vláken velmi snadno a současně velmi pevně spojují. Takto vytvořený textilní kompozitní materiál se přitom díky kinetické energii mikrovláken 20 a případně i působení proudu vzduchu nebo jiného plynu, který je vytváří a/nebo unáší, a případně i elektrické přitažlivosti (např. pokud je kolektor 3 nebo jeho elektricky vodivé prvky elektricky nabitý a mikrovlákná se vytváří elektrostatickým zvlákňováním), pohybuje směrem ke kolektoru 3, na který se ukládá. Takto vytvořený textilní kompozitní materiál pak v sobě kombinuje výhodné vlastnosti polymerních nanovláken 10 – tj. např. velký měrný povrch, vysokou sorpční kapacitu, mikronové či submikronové mezivláknenné prostory, apod. s výhodnými mechanickými vlastnostmi mikrovláken 20, díky čemuž je možné s ním velmi dobře manipulovat. Vzhledem k tomu, že kolektor 3 nemusí být ve většině případů elektricky nabitý, resp. ani elektricky aktivní, a textilní kompozitní materiál se tak k němu pohybuje díky své setrvačnosti a/nebo v důsledku působení alespoň jednoho proudu vzduchu/plynu, nedochází při uložení větší vrstvy textilního kompozitního materiálu na něm k jeho „odstínění“, takže vytvářený textilní kompozitní materiál se na kolektor 3 ukládá po celou dobu stejně ochotně, resp. se stejnou intenzitou. Díky tomu lze připravit vrstvu tohoto textilního kompozitního materiálu s v podstatě libovolnou požadovanou tloušťkou a/nebo tento materiál kombinovat s alespoň jednou vrstvou libovolného vhodného materiálu a vytvářet tak vícevrstvý materiál.

Jako kolektor 3 je možné použít také přímo materiál nebo výrobek, na kterém má být vytvořený textilní kompozitní materiál uložený během svého použití.

Jak se během experimentů ukazuje, vytváří se při použití technologie meltblown pro výrobu mikrovláken 20 určitý malý podíl nanovláken (cca kolem 1 %), které jsou z hlediska výroby mikrovláken 20 zanedbatelné, avšak z hlediska výsledného textilního kompozitního materiálu a jeho výsledných vlastností hrají nezanedbatelnou roli.

Vhodným uspořádáním jednotlivých prvků zařízení pro výrobu textilního kompozitního materiálu obsahujícího polymerní nanovlákná 10 podle vynálezu, jejich počtu a nastavením jednotlivých technologií je pak možné s využitím tohoto zařízení vytvářet textilní kompozitní materiál s v podstatě libovolným podílem polymerních nanovláken 10 a mikrovláken 20, dle požadavků a předpokládané aplikace. Polymerní nanovlákná 10 a/nebo mikrovlákná 20 přitom mohou být vytvořena ze stejného nebo odlišného materiálu, případně mohou být polymerní nanovlákná 10 (např. při využití většího počtu zvlákňovacích prvků 1) a/nebo mikrovlákná 20 (při využití většího počtu trysek 2) vytvářena postupně nebo průběžně z různých materiálů. Kromě toho mohou v případě potřeby polymerní nanovlákná 10 a/nebo mikrovlákná 20 ve své struktuře obsahovat (nano)částice vhodné přídavné látky, které, nebo jejichž prekurzor, se před zvlákňováním přidávají do roztoku nebo taveniny polymeru (viz např. CZ 300 797), a při zvlákňování se zakomponují do struktury vytvářených nanovláken 10 a/nebo mikrovláken 20. Kromě toho nebo v kombinaci s tím se mohou do polymerních nanovláken 10 a/nebo mikrovláken 20 a/nebo do jejich směsi přidávat alespoň jedním neznázorněným dávkovacím zařízením částice alespoň jedné kapalné a/nebo pevné přídavné, resp. aktivní látky, dle předpokládaného použití textilního kompozitního materiálu, které se pak ukládají ve struktuře vytvářeného textilního kompozitního materiálu.

V dalších neznázorněných variantách provedení mohou být jednotlivé prvky zařízení pro výrobu textilního kompozitního materiálu obsahujícího polymerní nanovlákná 10 podle vynálezu uspořádány jinak, než je znázorněno ve variantách na obr. 1, obr. 2 a obr. 8, přičemž vytváření polymerních nanovláken 10 může probíhat v podstatě libovolně (šikmo) nahoru, (šikmo) do boku, nebo

(šikmo) dolů, a vytváření mikrovláken 20 pak podle toho (šikmo) do boku, nebo (šikmo) nahoru nebo (šikmo) dolů, s výhodou tak, aby mikrovlákná 20 pronikala do objemového útvaru tvořeného polymerními nanovláknými 10 pod pravým nebo libovolným ostrým úhlem. V každém případě se však kompozitní materiál tvořený směsí polymerních nanovláken 10 a mikrovláken 20 vytvoří ještě před dopadem na kolektor 3, a po dopadu na něj se již jeho struktura a rozložení jednotlivých složek, resp. typů vláken nemění.

Výhodou přípravy polymerních nanovláken 10 prostřednictvím střídavého napětí nebo odstředivé síly je to, že vytvořený objemový útvar polymerních nanovláken 10 je elektricky neutrální (buď nenese žádný elektrický náboj, nebo se elektrické náboje v jeho různých částech navzájem vyruší), a zejména to, že tyto procesy umožňují vytvářet polymerní nanovlákná 10 v několikanásobně větším množství než elektrostatické zvlákňování s využitím stejnoměrného napětí, což umožňuje také stejným poměrem zvýšit kapacitu použití technologie/technologií pro výrobu mikrovláken 10, a dosáhnout několikanásobně vyšší produktivity.

Níže jsou pro názornost uvedeny konkrétní příklady provedení zařízení pro výrobu textilního kompozitního materiálu obsahujícího polymerní nanovlákná 10 podle vynálezu a podmínky jeho provozu, s popisem a fotografiemi připravených textilních kompozitních materiálů.

20

Příklad 1

Pro výrobu textilního kompozitního materiálu obsahujícího polymerní nanovlákná 10 se použilo zařízení podle vynálezu, které obsahovalo jeden zvlákňovací prostředek 1 tvořený zvlákňovací elektrodou ve tvaru trubičky uspořádanou pro zvlákňování směrem nahoru (obr. 1), na kterou se přivádělo střídavé napětí o velikosti 50 kV a frekvenci 50 Hz. Ve vertikální vzdálenosti 20 cm nad ústím této zvlákňovací elektrody a v horizontální vzdálenosti 51 cm od něj byla vyústěna jedna tryska 2 zařízení pro výrobu mikrovláken 20 technologií meltblown, proti které byl na opačné straně zvlákňovacího prostředku 1 v horizontální vzdálenosti 17 cm od ústí zvlákňování elektrody uložen otočný válcový kolektor 3 vytvořený z elektricky nevodivého materiálu. Tlak vzduchu dodávaného do trysky 2 pro výrobu mikrovláken 20 byl 10 Psi.

SEM snímek takto vytvořeného textilního kompozitního materiálu je na obr. 3.

35

Příklad 2

Pro výrobu textilního kompozitního materiálu obsahujícího polymerní nanovlákná 10 se použilo stejné zařízení podle vynálezu se stejným nastavením jako v příkladu 1, s tím rozdílem, že tlak vzduchu dodávaného do trysky 2 pro výrobu mikrovláken 20 byl 20 Psi.

SEM snímek takto vytvořeného textilního kompozitního materiálu je na obr. 4, ze kterého je zřejmé, že zvýšení tlaku vzduchu při výrobě mikrovláken vedlo k vytvoření svazků polymerních nanovláken 10 a mikrovláken 20.

45

Příklad 3

Pro výrobu textilního kompozitního materiálu obsahujícího polymerní nanovlákná 10 se použilo stejné zařízení podle vynálezu se stejným nastavením jako v příkladu 1, s tím rozdílem, že vzduch dodávaný do trysky 2 pro výrobu mikrovláken 20 měl teplotu 204,44 °C.

SEM snímek takto vytvořeného textilního kompozitního materiálu je na obr. 5, ze kterého je zřejmé, že zvýšení teploty vzduchu při výrobě mikrovláken 20 vedlo ke spojování mikrovláken 20 a polymerních nanovláken 10 prostřednictvím pevných kontaktů.

55

Příklad 4

- 5 Pro výrobu textilního kompozitního materiálu obsahujícího polymerní nanovlákná 10 se použilo stejné zařízení podle vynálezu se stejným nastavením jako v příkladu 1, s tím rozdílem, že vertikální vzdálenost trysky 2 zařízení pro výrobu mikrovláken 20 technologií meltblown nad ústím 20 zvlákňovací elektrody byla 10 cm.
- 10 SEM snímek takto vytvořeného textilního kompozitního materiálu je na obr. 6, ze kterého je zřejmé, že zmenšení vertikální vzdálenosti trysky 2 zařízení pro výrobu mikrovláken 20 nad ústím zvlákňovací elektrody vedlo k vytvoření orientované struktury obsahující polymerní nanovlákná 10 a mikrovlákná 20.

15

Příklad 5

- Pro výrobu textilního kompozitního materiálu obsahujícího polymerní nanovlákná 10 se použilo stejné zařízení podle vynálezu se stejným nastavením jako v příkladu 4, s tím rozdílem, že
- 20 vzduch dodávaný do trysky 2 pro výrobu mikrovláken 20 měl teplotu 93,3 °C.

SEM snímek takto vytvořeného textilního kompozitního materiálu je na obr. 7, ze kterého je zřejmé, že zvýšená teplota vzduchu při výrobě mikrovláken 20 nebyla dostatečná k vytvoření pevných kontaktů mezi polymerními nanovlákná 10 a mikrovlákná 20.

25

- Ve variantě zařízení pro výrobu kompozitního materiálu obsahujícího polymerní nanovlákná 10 podle vynálezu znázorněné na obr. 8, jsou tryska/trysky 2 zařízení pro výrobu mikrovláken 20 a zvlákňovací prvek/prvky 1 pro výrobu polymerních nanovláken 10 uspořádány tak, že vytvářená polymerní nanovlákná 10 nevstupují do proudu mikrovláken 20, ale jsou strhávána mezní
- 30 vrstvou vytvořenou proudem vzduchu/plynu nesoucího mikrovlákná 20. V takovém případě překvapivě nedochází k míšení polymerních nanovláken 10 s mikrovlákná 20 a vytváření směsi, ale k paralelizaci polymerních nanovláken 10 s mikrovlákná 20, přičemž se oba typy vláken na kolektoru 3 ukládají do samostatných vrstev – viz příklad 6 a obr. 9.

35

Příklad 6

- Pro výrobu textilního kompozitního materiálu obsahujícího polymerní nanovlákná 10 se použilo
- 40 zařízení podle vynálezu, které obsahovalo jeden zvlákňovací prostředek 1 tvořený zvlákňovací elektrodou ve tvaru trubičky uspořádanou pro zvlákňování směrem nahoru (obr. 8), na kterou se přivádělo střídavé napětí o velikosti 50 kV a frekvenci 50 Hz. Ve vertikální vzdálenosti 20 cm nad ústím této zvlákňovací elektrody a v horizontální vzdálenosti 55 cm od něj byla vyústěna jedna tryska 2 zařízení pro výrobu mikrovláken 20 technologií meltblown, proti které byl na opačné straně zvlákňovacího prostředku 1 v horizontální vzdálenosti 17 cm od ústí zvlákňování
- 45 elektrody uložen otočný válcový kolektor 3 vytvořený z elektricky nevodivého materiálu. Tlak vzduchu dodávaného do trysky 2 pro výrobu mikrovláken 20 byl 8 Psi.

Polymerní nanovlákná 10 byla v tomto případě strhávána mezní vrstvou vytvořenou proudem vzduchu nesoucího mikrovlákná 20. Na obr. 9 je SEM snímek takto vytvořeného textilního kompozitního materiálu, ze kterého je zřejmé že polymerní nanovlákná 10 i mikrovlákná 20 se na

50 povrchu podkladu ukládala do samostatných, střídajících se, vrstev.

V jiné, neznázorněné variantě provedení zařízení pro výrobu kompozitního materiálu obsahujícího polymerní nanovlákná podle vynálezu, jsou tryska/trysky 2 zařízení pro výrobu mikrovláken 20 a zvlákňovací prvek/prvky 1 pro výrobu polymerních nanovláken uspořádány zcela odděleně,

55

příčemž každý typ vláken se na kolektor 3 nanáší samostatně a případně i v jiném místě kolektoru 3, což vede k vytváření vrstev samostatných polymerních nanovláken 10 a mikrovláken 20, podobně jako v předchozí variantě. Přitom je výhodné, pokud je např. kolektor 3 uložen nad zvlákňovacím prvkem/prvky 1 pro výrobu polymerních nanovláken 10, takže polymerní nanovláčka 10 se na něj ukládají bez nutnosti jejich usměrňování a/nebo nesení např. proudem vzduchu/plynu, a mikrovláčka 20 se k němu pohybují působením proudu vzduchu/plynu použitého pro jejich výrobu a/nebo elektrického pole vytvořeného mezi tryskou/tryskami 2 zařízení pro výrobu mikrovláken 20 a kolektorem 3. V jiném prostorovém uspořádání a/nebo v případě potřeby je však možné i polymerní nanovláčka unášet a/nebo usměrňovat ke kolektoru 3 proudem vzduchu/plynu, a/nebo, v případě, kdy během jejich výroby dojde k jejich nabití elektrickým nábojem, elektrickým polem, resp. přivedením elektrického náboje opačné polarity na kolektor 3.

Textilní kompozitní materiál podle vynálezu v kterékoliv variantě má celou řadu využití, přičemž jako nejvhodnější se v současné době jeví jeho využití jako scaffoldu, resp. nosiče pro osazení živými buňkami pro tkáňové inženýrství, popř. krytu ran. Tomuto využití pak musí odpovídat použité materiály polymerních nanovláken 10 a mikrovláken 20, a případně i přídatné, resp. aktivní látka/látky zakomponované v materiálu polymerních nanovláken 10 a/nebo mikrovláken 20, a/nebo v mezivláčkových prostorech textilního kompozitního materiálu.

Dalším významným využitím textilního kompozitního materiálu podle vynálezu je i oblast filtrace, přičemž tento materiál umožňuje zkonstruovat vláčkový filtr o vyšší porózitě a tudíž nižších nárocích na tlakové spády. Mikrovláčka 20 přitom vytvářejí tužší kostru filtru a polymerní nanovláčka 10 významně zvyšují jeho efektivitu při hloubkové filtraci.

PATENTOVÉ NÁROKY

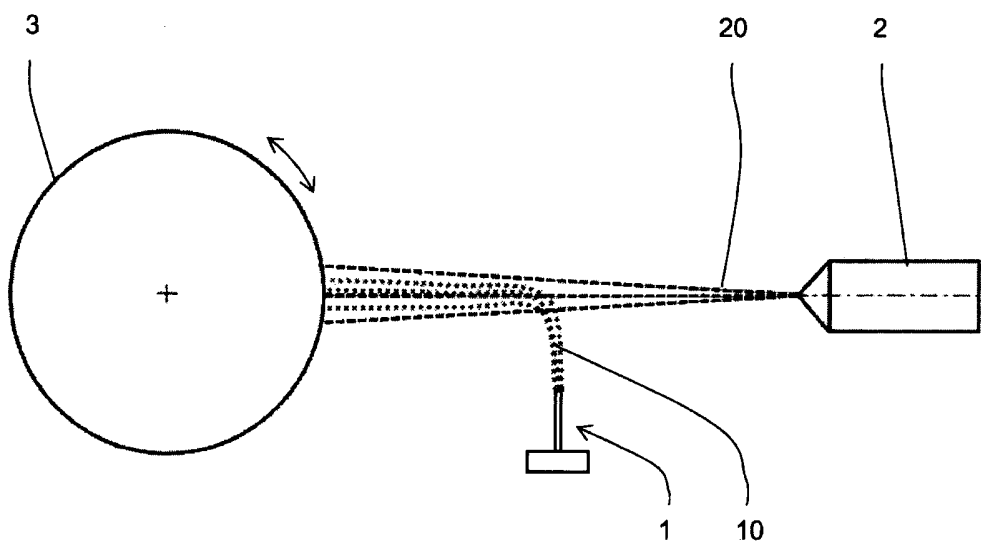
1. Způsob výroby kompozitního textilního materiálu obsahujícího polymerní nanovláčka (10), při kterém se alespoň jedním zvlákňovacím prvkem (1) vytváří objemový útvar tvořený polymerními nanovláčkami (10), **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že tento objemový útvar tvořený polymerními nanovláčkami (10) se ukládá na povrch kolektoru (3), na který se současně ukládají také mikrovláčka (20) vytvořená technologií meltblown a/nebo spunbond a/nebo elektrostatického zvlákňování.

2. Způsob podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že objemový útvar tvořený polymerními nanovláčkami (10) a mikrovláčka (20) se na povrchu kolektoru (3) ukládají navzájem nezávisle do samostatných, střídajících se, vrstev.

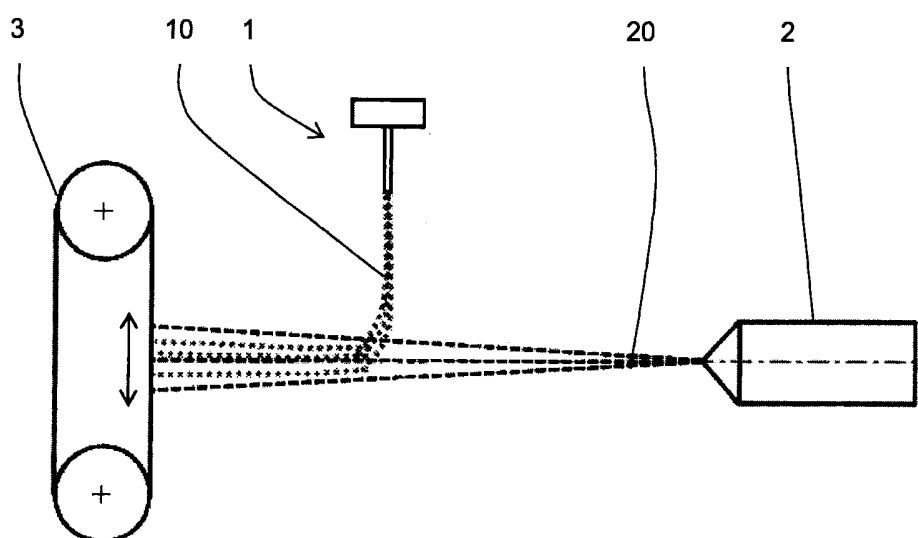
3. Způsob podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že objemový útvar tvořený polymerními nanovláčkami (10) se před uložením na povrchu kolektoru (3) paralelizuje mezní vrstvou vytvořenou proudem vzduchu nebo plynu nesoucího nebo usměrňujícího mikrovláčka (20) s těmito mikrovláčkami (20), přičemž polymerní nanovláčka (10) a mikrovláčka (20) se na povrch kolektoru (3) ukládají navzájem nezávisle do samostatných, střídajících se, vrstev.

4. Způsob výroby kompozitního textilního materiálu obsahujícího polymerní nanovláčka (10), při kterém se alespoň jedním zvlákňovacím prvkem (1) vytváří objemový útvar tvořený polymerními nanovláčkami (10), **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že do objemového útvaru tvořeného polymerními nanovláčkami (10) se před jeho uložením na povrchu kolektoru (3) zanáší mikrovláčka (20) vytvořená technologií meltblown a/nebo spunbond a/nebo elektrostatického zvlákňování, přičemž polymerní nanovláčka (10) se zachytávají a ukládají na povrchu mikrovláken (20) a spojují se s nimi, čímž se vytváří směs polymerních nanovláken (10) a mikrovláken (20), která se poté ukládá na kolektor (3) nebo se odvádí do místa jejího dalšího zpracování a/nebo využití.

5. Zařízení pro výrobu textilního kompozitního materiálu podle libovolného z nároků 1 až 4, obsahujícího polymerní nanovlákná (10), které obsahuje alespoň jeden zvlákňovací prvek (1) pro výrobu objemového útvaru tvořeného polymerními nanovláknými (10), **vyznačující se tím**, že do prostoru výroby polymerních nanovláken (10) a/nebo formování objemového útvaru tvořeného polymerními nanovláknými (10) je vyústěna alespoň jedna tryska (2) zařízení pro výrobu mikrovláken (20) technologií meltblown a/nebo spunbond a/nebo elektrostatického zvlákňování.
6. Zařízení podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že proti trysce/tryskám (2) zařízení pro výrobu mikrovláken (20) technologií meltblown a/nebo spunbond a/nebo elektrostatického zvlákňování je na opačné straně zvlákňovacího prvku/prvků (1) uspořádán pohyblivý nebo statický kolektor (3) pro uložení vytvořeného kompozitního textilního materiálu obsahujícího polymerní nanovlákná (10), nebo odvod vytvořeného kompozitního textilního materiálu obsahujícího polymerní nanovlákná (10).
7. Zařízení podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že kolektor (3) je elektricky vodivý, a je uzemněný, nebo je propojený se zdrojem elektrického napětí o opačné polaritě než tryska/trysky (2) zařízení pro výrobu mikrovláken (20).
8. Zařízení podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že kolektor (3) obsahuje elektricky vodivé prvky vzájemně oddělené elektricky nevodivými prvky nebo vzduchovými mezerami, přičemž tyto elektricky vodivé prvky jsou uzemněné, nebo jsou alespoň některé z nich propojené se zdrojem elektrického napětí o opačné polaritě než tryska/trysky (2) zařízení pro výrobu mikrovláken (20).
9. Zařízení podle libovolného z nároků 5 až 8, **vyznačující se tím**, že prostor ve směru pohybu mikrovláken (20) za pro vzduch průchozím kolektorem (3) a/nebo vnitřní prostor dutého kolektoru (3) s pro vzduch průchozím pláštěm je propojen se zdrojem podtlaku.
10. Zařízení podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že na opačné straně zvlákňovacího prvku/prvků (1), než na které je vyústěna tryska/trysky (2) zařízení pro výrobu mikrovláken (20) technologií meltblown a/nebo spunbond a/nebo elektrostatického zvlákňování, nebo proti zvlákňovacímu prvku/prvkům (1) je uspořádána podtlaková tryska nebo vedení propojené s podtlakovou tryskou pro odvod vytvářeného textilního kompozitního materiálu obsahujícího polymerní nanovlákná (10).
11. Kompozitní textilní materiál vytvořený způsobem podle libovolného z nároků 1 až 4 na zařízení podle libovolného z nároků 5 až 10, obsahující polymerní nanovlákná (10), **vyznačující se tím**, že polymerní nanovlákná (10) jsou uložena na povrchu a mezi mikrovláknými (20).
12. Kompozitní textilní materiál vytvořený způsobem podle libovolného z nároků 1 až 4 na zařízení podle libovolného z nároků 5 až 10, obsahující polymerní nanovlákná (10), **vyznačující se tím**, že polymerní nanovlákná (10) jsou uspořádána do vrstvy uložené na vrstvě mikrovláken (20) nebo mezi dvěma vrstvami mikrovláken (20).
13. Kompozitní textilní materiál podle nároku 11 nebo 12, **vyznačující se tím**, že v materiálu polymerních nanovláken (10) a/nebo mikrovláken (20) a/nebo v mezivláknenných prostorech polymerních nanovláken (10) a/nebo mikrovláken (20) je zakomponována alespoň jedna přídavná látka.



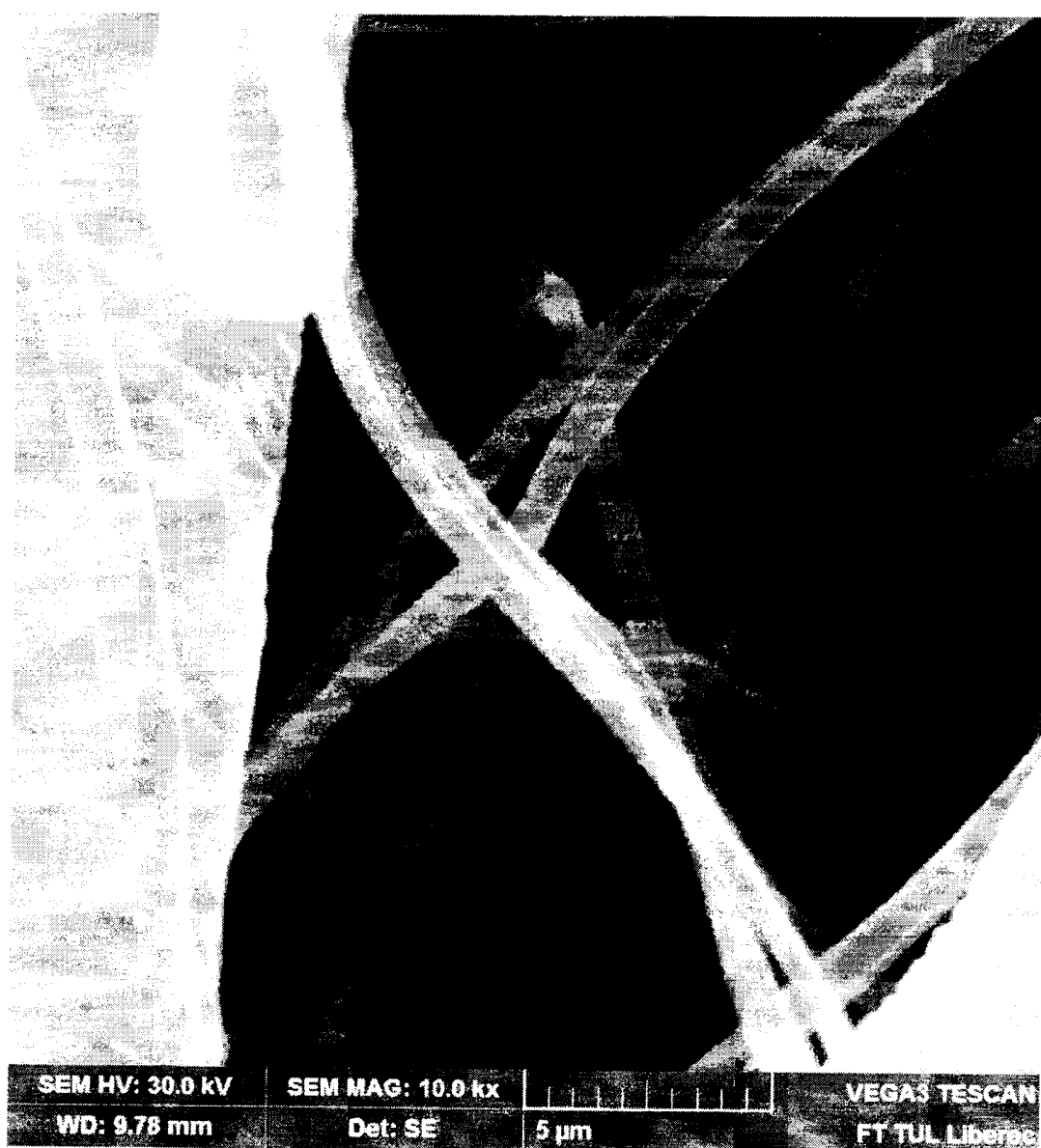
Obr. 1



Obr. 2



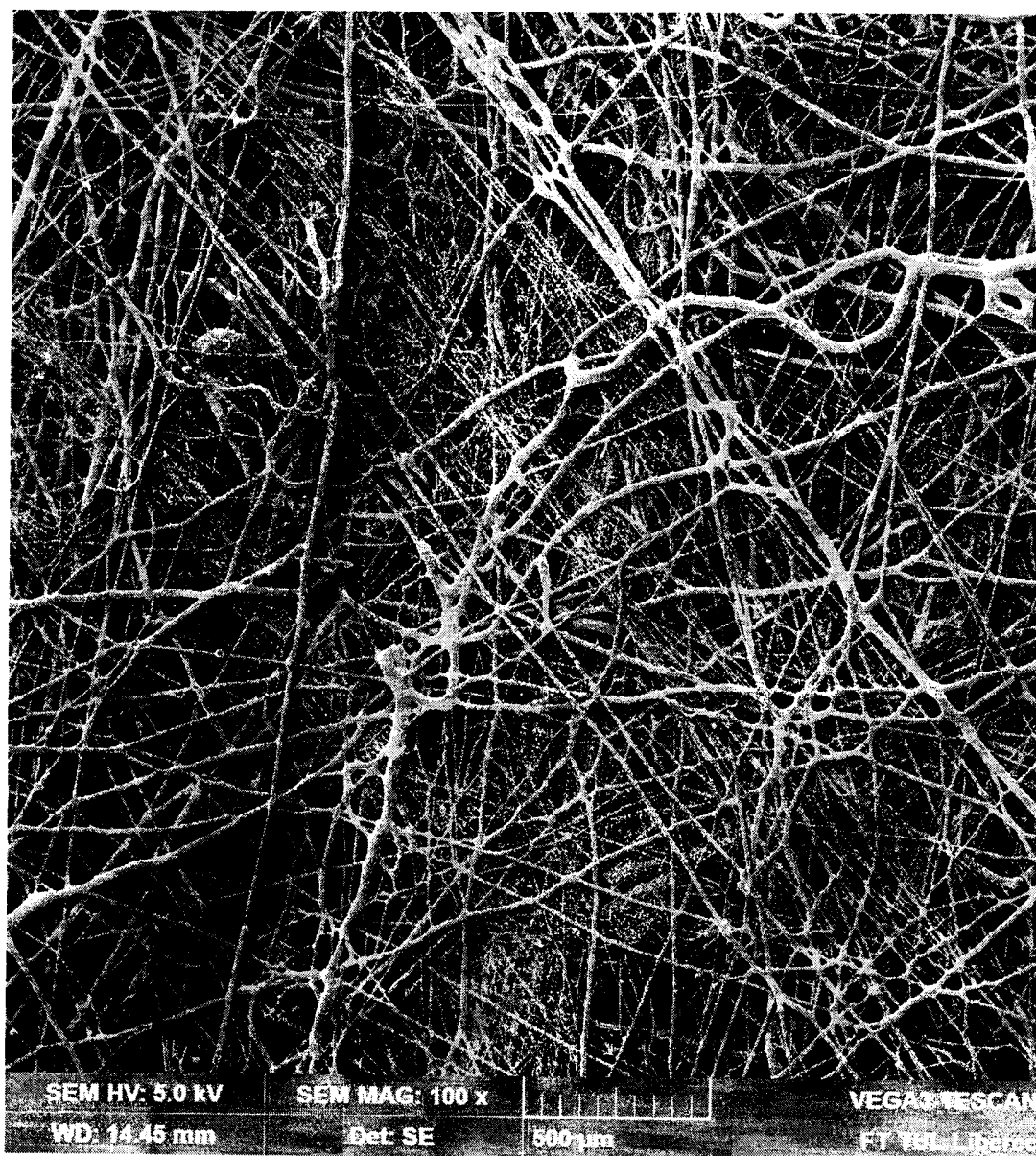
Obr. 3



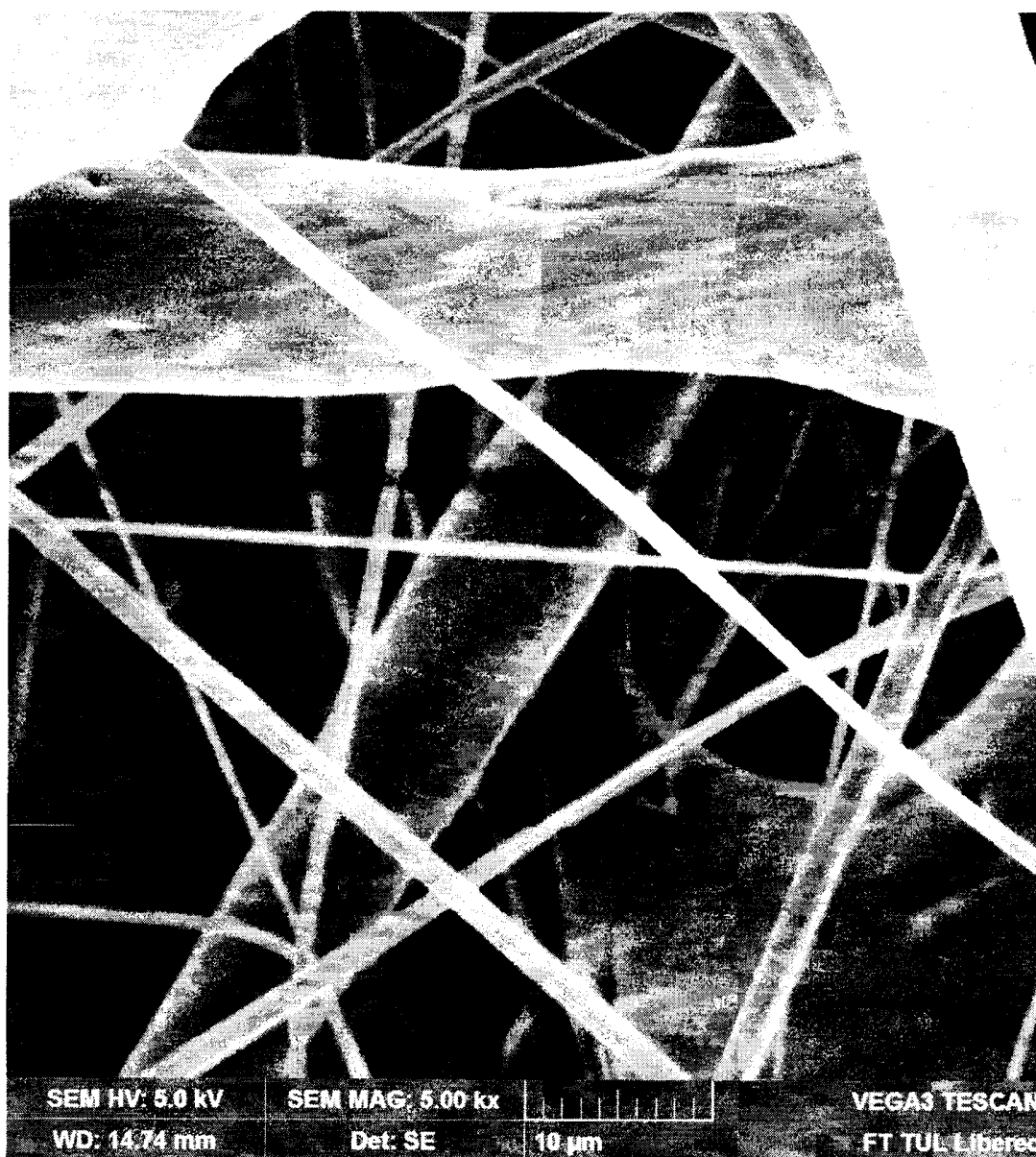
Obr. 4



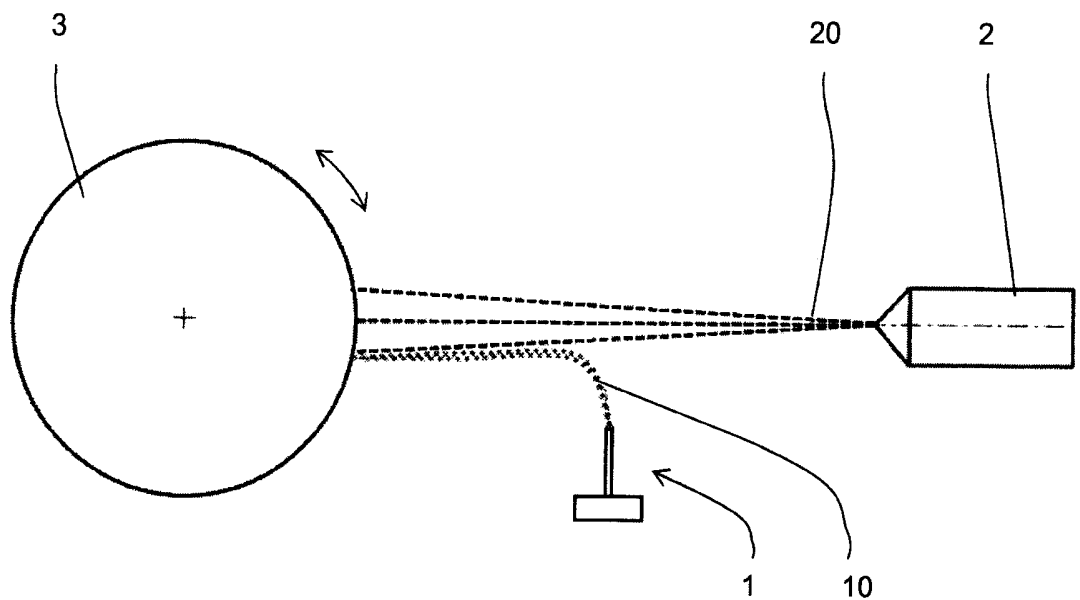
Obr. 5



Obr. 6



Obr. 7



Obr. 8



Obr. 9

Konec dokumentu
