

# UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

## 34 632

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

*D06M 13/08* (2006.01)  
*D06M 13/02* (2006.01)  
*D06M 13/10* (2006.01)  
*D06M 15/00* (2006.01)  
*D06B 19/00* (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2020-38193**  
(22) Přihlášeno: **04.11.2020**  
(47) Zapsáno: **02.12.2020**

- (73) Majitel:  
NANOMEMBRANE s.r.o., Svitavy, Předměstí, CZ  
CLUTEX - Kladr Technické textilie, z.s., Liberec,  
Liberec III-Jeřáb, CZ
- (72) Původce:  
Bc. Lukáš Heřmanský, Svitavy, Předměstí, CZ
- (74) Zástupce:  
Ing. Dobroslav Musil, patentová kancelář, Ing.  
Dobroslav Musil, Zábrdovická 801/11, 615 00  
Brno, Zábrdovice

- (54) Název užitého vzoru:  
**Vrstva polymerních nanovláken se zvýšenou  
hydrostatickou odolností**

## Vrstva polymerních nanovláken se zvýšenou hydrostatickou odolností

### Oblast techniky

5

Technické řešení se týká vrstvy polymerních nanovláken se zvýšenou hydrostatickou odolností.

### Dosavadní stav techniky

10

V současné době je známá řada tzv. outdoorových textilií, které brání průniku vody z vnějšího prostředí, avšak současně jsou prostupné pro vodní páru. Většina z nich je založena na principu použití hydrofobního materiálu a/nebo provedení následné hydrofobní povrchové úpravy, případně vrstvení několika stejných nebo různých vrstev na sebe. Postupně se však objevují i outdoorové textilie založené na výhodných vlastnostech nanovláknenné vrstvy, jejíž mezivláknenné prostory jsou díky svým malým rozměrům těžko prostupné pro vodu v kapalném stavu, avšak dobře prostupné pro vodní páru. Příkladem takových textilií jsou textilie popsané v US 2011092122 nebo US 2008184453. Jejich nevýhodou je vedle nízké větruodolnosti, resp. vysoké prodyšnosti také to, že nanovláknena se při i velmi nízkém hydrostatickém zatížení vzájemně pohybují – prokluzují, v důsledku čehož dochází ke zvětšování prostorů mezi nimi, takže se vrstva nanovláken postupně stává pro vodu relativně snadno prostupnou. I když je dosahovaná hodnota hydrostatického zatížení vyšší než u některých outdoorových textilií bez nanovláknenné vrstvy, je pro řadu aplikací nedostatečná.

Částečným řešením tohoto problému jsou pak textilie navržené například v US 2008220676 nebo US 2009176056, na jejichž nanovláknenné vrstvě je nanesena hydrofobní látka. Jejich nevýhodou je, že hydrofobní látka je uložena v kapičkách pouze na jejím povrchu, nebo na povrchu jejích nanovláken, takže její mezivláknenné prostory jsou z větší části volné, a při větším hydrostatickém zatížení, cca okolo 130 cm vodního sloupce, opět dochází ke vzájemnému prokluzu nanovláken, a jejich vrstva se tak opět stává prostupnou pro vodu. Tato vrstva má současně nízkou větruodolnost, resp. vysokou prodyšnost.

K odstranění tohoto problému byl v CZ PV 2011-306 navržen způsob zvýšení hydrofobních vlastností vrstvy polymerních nanovláken nanesením emulze hydrofobního prostředku sprejováním, resp. nástřikem. Některé z takto upravených vrstev polymerních nanovláken dosáhly hydrostatické odolnosti i vyšší než 10000 mm H<sub>2</sub>O. Jeho nevýhodou je, že hydrofobní prostředek se při tomto způsobu nánosu ukládá i do mezivláknenných prostorů vrstvy polymerních nanovláken, které uzavírá, a tím podstatně snižuje paropropustnost a prodyšnost takto upravené vrstvy polymerních nanovláken. Tím dochází, i přes zvýšení její hydrostatické odolnosti, ke snížení její reálné využitelnosti.

Z CZ 24446 je dále známá vrstva polymerních nanovláken, jejíž hydrostatická odolnost byla zvýšená kontinuálním filmem hydrofobního prostředku vytvořeným plazmatickým nástřikem. V tomto případě se v podstatě veškerý hydrofobní prostředek zachytává jen na povrchu jednotlivých nanovláken. Takto upravené vrstvy polymerních nanovláken dosáhly hydrostatické odolnosti i vyšší než 10000 mm H<sub>2</sub>O. Nevýhodou této vrstvy je její vysoká cena daná nízkou rychlostí vytváření plazmatického nástřiku a vysokými náklady na provoz a pořízení plazmovacího zařízení. Další nevýhodou je nebezpečí toho, že se do volných mezivláknenných prostorů zanesou nečistoty, které knotových efektem umožní průnik kapalné vody.

50

Cílem technického řešení je odstranit nebo alespoň eliminovat nevýhody stavu techniky návrhem plošné vrstvy polymerních nanovláken se zvýšenou hydrostatickou odolností a větruodolností, která by byla zároveň chráněna před zanášením nečistot do mezivláknenných prostorů.

55

Podstata technického řešení

Cíle technického řešení se dosáhne vrstvou polymerních nanovláken se zvýšenou hydrostatickou odolností, jejíž podstata spočívá v tom, že v její struktuře je uložený alespoň jeden hydrofobní prostředek, který obaluje její vlákna a nesouvisle vyplňuje její mezivláknenné prostory, a to do 30 % plochy. Množství hydrofobního prostředku(ů) v této textilií je přitom mezi 0,1 a 20 g/m<sup>2</sup>.

Vhodným hydrofobním prostředkem je přitom např. hydrofobní prostředek na bázi fluorkarbonu, s výhodu na bázi fluorkarbonu typu C6, hydrofobní prostředek na bázi silikonu nebo hydrofobní prostředek na bázi uhlovodíku, tj. polymeru v uhlovodíkové matici.

Objasnění výkresů

Na přiložených výkresech je na obr. 1 SEM snímek vrstvy nanovláken polyamidu 9T při zvětšení 2000krát a na obr. 2 SEM snímek této vrstvy při zvětšení 10000krát. Na obr. 3 je SEM snímek vrstvy polymerních nanovláken polyamidu 9T s naneseným hydrofobním prostředkem na bázi fluorkarbonu při zvětšení 2000krát a na obr. 4 SEM snímek této vrstvy při zvětšení 10000krát. Na obr. 5 je SEM vrstvy polymerních nanovláken polyamidu 9T s naneseným hydrofobním prostředkem na bázi uhlovodíku při zvětšení 2000krát a na obr. 6 SEM snímek této vrstvy při zvětšení 10000krát. Na obr. 7 je SEM vrstvy polymerních nanovláken polyamidu 6 s naneseným hydrofobním prostředkem na bázi silikonu při zvětšení 2000krát a na obr. 8 SEM snímek této vrstvy při zvětšení 10000krát.

Příklady uskutečnění technického řešení

Vrstva polymerních nanovláken se zvýšenou hydrostatickou odolností může být vytvořená z libovolného polymeru zvláknitelného některým ze známých způsobů do podoby polymerních nanovláken např. odstředivým zvlákněním, elektrickým zvlákněním s využitím střídavého proudu, elektrostatickým zvlákněním s využitím stejnosměrného proudu apod. V jejich struktuře je uložený alespoň jeden hydrofobní prostředek, který obaluje její vlákna a nesouvisle vyplňuje její mezivláknenné prostory. To jí poskytuje vysokou hydrostatickou odolnost, ale současně velmi dobrou prodyšnost a paropropustnost. Zmenšení volné plochy mezivláknenných prostorů pak brání průniku nežádoucích nečistot z vnějšího prostředí.

Pro uložení hydrofobního prostředku do struktury vrstvy polymerních nanovláken se použije technologie klocování s využitím fuláru. Při ní se vrstva polymerních nanovláken nejprve ponoří do roztoku daného hydrofobního prostředku, načež se z ní průchodem mezerou mezi dvěma tělesy, nejčastěji otáčejícími se válci, odstraní přebytečný roztok. Tyto kroky se mohou v případě potřeby opakovat, a to buď s roztokem stejného hydrofobního prostředku, nebo se může v některém kroku použít jiný hydrofobní prostředek, případně jiný roztok stejného hydrofobního prostředku. Díky odstranění přebytku roztoku při průchodu textilie mezerou mezi dvěma tělesy se do struktury této textilie nanáší jen poměrně malé množství hydrofobního prostředku/prostředků (cca 0,1 až 20 g/m<sup>2</sup> vrstvy polymerních nanovláken), který/které se zachytává především na povrchu nanovláken, a po odpaření rozpouštědla obaluje jednotlivá nanovlákná a nesouvisle vyplňuje mezivláknenné prostory mezi nimi. Při tomto rozložení hydrofobního prostředku dosahuje i takto upravená vrstva polymerních nanovláken poměrně vysoké prodyšnosti a propustnosti pro vodní páru; přitom se ale podstatným způsobem zvyšuje její hydrostatická odolnost – viz příklady níže.

Klocování s využitím fuláru probíhá při teplotě okolí, přítlaku ždímacích těles 0,1 až 10 bar a rychlosti posunu upravované vrstvy polymerních nanovláken 0,5 až 20 m/min. V případě potřeby může následovat sušení upravené vrstvy v horkovzdušné komoře a případně i tepelná fixace hydrofobního prostředku. Vrstva polymerních nanovláken se této úpravě vystavuje buď nanesená na podkladovém materiálu, na který se uložila během své výroby, např. netkané textilií, pečicím

papíře, tj. pergamenovým papírem z celulózy apod., případně na výztužném materiálu, na který byla z tohoto podkladového materiálu přenesena.

5 Jako hydrofobní prostředek lze použít libovolný známý hydrofobní prostředek na bázi fluorkarbonu s výhodou zejména fluorkarbonu s řetězcem maximálně C6; použití fluorkarbonů s řetězcem C8 a vyšším je v Evropě momentálně legislativně zakázáno hydrofobní prostředek na bázi silikonu, nebo hydrofobní prostředek na bázi uhlovodíku, tj. polymeru v uhlovodíkové matici.

10 Fluorkarby se získávají z ropy či zemního plynu. Mají nejnižší povrchovou energii a na rozdíl od ostatních hydrofobních přípravků poskytují ošetřované textili i oleofobní vlastnosti. Fluorkarby jsou tvořeny perfluor-alkylovými skupinami z akrylových nebo urethanových monomerů, které polymerizují přímo na povrchu vláken textilie. Přitom je výhodné, aby měl finální polymer co největší množství koncových skupin -CF<sub>3</sub>, protože v takovém případě se dosahuje maximální hydrofobnosti. Povlak vláken na bázi fluorkarbonu má jen zanedbatelný efekt na barevnost textilie. Jeho výhodou je, že je schopen se při vystavení teplému vzduchu regenerovat při poleptání kyselinou, zásadou nebo plazmou. Současně je schopen odolat opakovanému praní při standardních pracích cyklech.

20 Fluorkarbon se aplikuje v podobě vodného roztoku nebo v podobě roztoku v organické kyselině, např. kyselině octové. Ve druhé variantě je součástí roztoku s výhodou také vhodné smáčedlo např. Rucowet, výrobce Rudolf GmbH.

25 Po aplikaci fluorkarbonu a vysušení, tj. odpaření rozpouštědla, se upravená textilie s výhodou ještě tepelně aktivuje, např. žehlením nebo sušením v sušičce, přičemž dochází ke zlepšení orientace řetězců fluorkarbonu a v důsledku toho ke zvýšení odolnosti nanesené vrstvy vůči praní a chemickému čištění. U některých typů fluorkarbonů, ale i jiných hydrofobních prostředků, probíhá tato aktivace samovolně už při pokojové teplotě.

30 Hydrofobní prostředky na bázi silikonů obsahují polysiloxanový řetězec, který vzniká polymerací hydrogenmethylpolysiloxanu nebo dimethylpolysiloxanu. Tyto hydrofobní prostředky jsou díky své schopnosti prostorového zesíťování výborně filmotvorné. Pro polymeraci silikonů se používají organické nebo anorganické katalyzátory, které ovlivňují i jejich konečnou fixaci. Hydrofobní účinek těchto prostředků je založen na orientování methylových skupin -CH<sub>3</sub>. Jejich výhodou je, že upravené vrstvy poskytují hladký a měkký omak.

35 Hydrofobní prostředky na bázi silikonů se aplikují v podobě vodného roztoku, který může obsahovat vhodný katalyzátor.

40 Hydrofobní prostředky na bázi uhlovodíku dosahují podobných výsledků jako hydrofobní prostředky na bázi fluorkarbonu; jejich výhodou je, že jsou, zejména ty bez obsahu fluoru, ekologičtější. Tyto hydrofobní prostředky jsou tvořeny uhlovodíkovou maticí s obsahem polymeru.

45 Níže jsou pro názornost uvedeny příklady vrstvy polymerních nanovláken s různými hydrofobními prostředky. Na základě zkušeností a vlastností jednotlivých materiálů je zřejmé, že stejných nebo podobných výsledků se dosáhne také při použití jiných konkrétních hydrofobních prostředků ze stejných skupin, resp. na stejné bázi, a v celém rozsahu 0,1 až 20 g/m<sup>2</sup> hydrofobního prostředku ve vrstvě polymerních nanovláken.

50 **Příklad 1**

Elektrostatickým zvlákňováním na zařízení Nanospider (Elmarco s.r.o.) s válcovou zvlákňovací elektrodou (dle CZ patentu 294274) se zvláknil 10% roztok polyamidu 9T (PA9T) v rozpouštědlovém systému tvořeném kyselinou octovou (56 %) a kyselinou mravenčí (34 %).

55 Elektrostatické zvlákňování probíhalo v elektrickém poli při napětí  $U = 76,1$  kV, při vzdálenosti

zvlákňovací elektrody a sběrné elektrody 130 mm. Rychlost pohybu podkladové textilie, na kterou se vytvářena nanovlákná ukládala, byla  $v = 0,1$  m/min. Relativní vlhkost ve zvlákňovací komoře byla regulována na 21 %. Jako podkladový materiál sloužil pečicí papír o plošné hmotnosti  $28 \text{ g/m}^2$ . Plošná hmotnost vytvořené vrstvy nanovláken polyamidu 9T byla  $2 \text{ g/m}^2$ .

5

Na obr. 1 je SEM snímek této vrstvy při zvětšení 2000krát, na obr. 2 při zvětšení 10000krát.

Z takto vytvořeného kompozitu, tj. pečicího papíru s uloženou vrstvou nanovláken polyamidu 9T, se připravily 3 vzorky o velikosti  $20 \times 20$  cm. Současně se připravily tři klocovací lázně tvořené vodným roztokem hydrofobního prostředku na bázi fluorkarbonu typu C6 Nuva FDS, výrobce Clariant International Ltd., s koncentrací tohoto prostředku  $50 \text{ g/l H}_2\text{O}$ ,  $100 \text{ g/l H}_2\text{O}$  a  $150 \text{ g/l H}_2\text{O}$ . Do každé z těchto lázní se na 1 minutu ponořil jeden ze vzorků kompozitu. Vzorky kompozitu se během máčení otáčely, aby se dostatečně smočily z obou stran. Poté tyto vzorky jednou prošly mezi válci fuláru s přtlakem 4 bary s rychlostí otáčení válců 1 m/min, čímž se z nich odstranil přebytečný roztok a následně se umístily do horkovzdušné komory, kde se sušily při teplotě  $80^\circ\text{C}$ . Po jejich vysušení se provedla fixace hydrofobního prostředku v horkovzdušné komoře při teplotě  $160^\circ\text{C}$  (5 minut).

10

15

Jednotlivé vzorky a jejich mokré přivažky jsou uvedeny v tabulce 1.

20 Tabulka 1

| Hydrofobní prostředek | Označení vzorku | Koncentrace hydrofobního prostředku v lázni [ $\text{g/l H}_2\text{O}$ ] | Mokrá přivažka [ $\text{g/m}^2$ ] | Sušina hydrofobního prostředku uložená ve vrstvě polymerních nanovláken [ $\text{g/m}^2$ ] |
|-----------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nuva FDS              | 50NF            | 50                                                                       | 260                               | 18,2                                                                                       |
| Nuva FDS              | 100NF           | 100                                                                      | 215                               | 14,7                                                                                       |
| Nuva FDS              | 150NF           | 150                                                                      | 206                               | 12,8                                                                                       |

25

30

U všech vzorků se následně měřily vlastnosti spojené s termofyziologickým komfortem – prodyšnost ( $AP$ ), která se měřila na přístroji Textest 3300 (dle normy ISO 9237), paropropustnost ( $Ret$ ), která se měřila na přístroji Permetest (dle normy ISO 11902) a hydrostatická odolnost ( $WC$ ), která se měřila na přístroji HydroPro Hydrostatic Head Tester (dle normy ISO 811). Kromě toho se měřil rovněž úhel smáčení ( $SA$ ), a to na přístroji Advex Instruments (dle normy ISO 27448:2009). Výsledky měření těchto parametrů jsou uvedeny v tabulce 2. U prodyšnosti ( $AP$ ) jde o průměr z 5 měření, u paropropustnosti ( $Ret$ ) a hydrostatické odolnosti ( $WC$ ) o průměr ze 3 měření, u úhlu smáčení ( $SA$ ) o průměr ze 4 měření. V závorce je uvedena příslušná směrodatná odchylka (značení vzorků odpovídá tabulce 1).

Tabulka 2

| Vzorek                                      | Prodyšnost<br>( <i>AP</i> )<br>[l/m <sup>2</sup> /s] | Paropropustnost<br>( <i>Ret</i> )<br>[Pa.m <sup>2</sup> .W <sup>-1</sup> ] | Úhel smáčení<br>( <i>SA</i> )<br>[°] | Hydrostatická<br>odolnost ( <i>WC</i> )<br>[mm H <sub>2</sub> O] |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| nejupravená<br>vrstva<br>nanovláken<br>PA7T | 6,79 (0,98)                                          | < 0.1                                                                      | -                                    | 171 (21)                                                         |
| 50NF                                        | 2,98 (0,021)                                         | 0,77 (0,058)                                                               | 125,5 (0,58)                         | 1892 (113)                                                       |
| 100NF                                       | 2,9 (0,052)                                          | 1,03 (0,058)                                                               | 123,0 (0,82)                         | 3932 (72)                                                        |
| 150NF                                       | 2,62 (0,098)                                         | 1,13 (0,058)                                                               | 127,5 (0,58)                         | 6163 (344)                                                       |

Vyhodnocení dat se provedlo s využitím statistického software QCExpert. Veškerá porovnání byla  
5 hodnocena na hladině významnosti  $\alpha=0.05$ .

Úhel smáčení *SA* byl u všech tří vzorků s naneseným hydrofobním prostředkem vyšší než 120°. Výsledky tak vysoce překročili hodnotu 90°, která je považována za rozmezí mezi smáčivými a nesmáčivými povrchy. Lze tak konstatovat, že uvedený postup vede k hydrofobní úpravě.  
10 Prodyšnost upravených vzorků byla nižší než prodyšnost neupraveného vzorku, avšak stále velmi dobrá pro praktické využití. Paropropustnost *Ret* byla blízko spodní hodnotě rozsahu měřicího přístroje (0,5). Mezní hranicí pro vynikající paropropustnost je přitom hodnota 6. Z toho vyplývá, že zaplnění mezivláknenných prostorů hydrofobním prostředkem je poměrně malé a pokud se takto  
15 upravená nanovláknenná vrstva použije pro výrobu vrstvené textilie, např. pro výrobu outdoorového oblečení, bude mít minimální vliv na jeho výslednou paropropustnost. Ta tak bude ovlivněna pouze použitou vrchní textilií, případně vlastnostmi použité podšívky. Z výsledků měření hydrostatické odolnosti lze konstatovat, že uvedená úprava vedla k řádovým nárůstům hydrostatické odolnosti. Např. u vzorku 150NF došlo k asi 36násobnému zvýšení hydrostatické odolnosti.

20 Na přiloženém výkrese je na obr. 3 SEM snímek vzorku 150NF při zvětšení 2000krát a na obr. 4 SEM snímek tohoto vzorku při zvětšení 10000krát. Z těchto snímků je patrná poměrně malá míra vyplnění mezivláknenných prostorů hydrofobním prostředkem.

#### Příklad 2

25 Stejným způsobem jako v příkladu 1 se připravily 3 vzorky kompozitu, tj. pečicího papíru s uloženou vrstvou nanovláken polyamidu 9T, o velikosti 20 x 20 cm.

30 Tyto vzorky se stejným způsobem klocovaly vodným roztokem hydrofobního prostředku na bázi uhlovodíku, tj. polymeru v uhlovodíkové matici bez obsahu fluoru Ruco-dry eco plus, výrobce Rudolf GmbH, s koncentrací tohoto prostředku 50 g/l H<sub>2</sub>O, 100 g/l H<sub>2</sub>O a 150 g/l H<sub>2</sub>O.

Jednotlivé vzorky a jejich mokré přivažky jsou uvedeny v tabulce 3.

Tabulka 3

| Hydrofobní prostředek | Označení vzorku | Koncentrace hydrofobního prostředku v lázni [g/l H <sub>2</sub> O] | Mokrý přivažek [g/m <sup>2</sup> ] | Sušina hydrofobního prostředku uložená ve vrstvě polymerních nanovláken [g/m <sup>2</sup> ] |
|-----------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ruco-dry eco plus     | 50RD            | 50                                                                 | 287                                | 19,8                                                                                        |
| Ruco-dry eco plus     | 100RD           | 100                                                                | 273                                | 19,1                                                                                        |
| Ruco-dry eco plus     | 150RD           | 150                                                                | 253                                | 17,7                                                                                        |

- U všech vzorků se následně stejným způsobem měřily stejné parametry – prodyšnost (*AP*), paropropustnost (*Ret*), hydrostatická odolnost (*WC*) a úhel smáčení (*SA*). Výsledky těchto měření jsou uvedeny v tabulce 4.

Tabulka 4

| Vzorek                             | Prodyšnost ( <i>AP</i> ) [l/m <sup>2</sup> /s] | Paropropustnost ( <i>Ret</i> ) [Pa.m <sup>2</sup> .W <sup>-1</sup> ] | Úhel smáčení ( <i>SA</i> ) [°] | Hydrostatická odolnost ( <i>WC</i> ) [mm H <sub>2</sub> O] |
|------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------|
| nejupravená vrstva nanovláken PA7T | 6,79 (0,98)                                    | <0,1                                                                 | -                              | 171 (21)                                                   |
| 50RD                               | 2,86 (0,133)                                   | 0,77 (0,058)                                                         | 128,0 (0,82)                   | 2313 (211)                                                 |
| 100RD                              | 2,64 (0,048)                                   | 0,87 (0,058)                                                         | 130,0 (0,82)                   | 4202 (340)                                                 |
| 150RD                              | 2,47 (0,069)                                   | 1,03 (0,153)                                                         | 129,75 (0,5)                   | 7361 (471)                                                 |

10

- Úhel smáčení *SA* byl u všech tří vzorků s nanoseným hydrofobním prostředkem vyšší než 120° a blížil se 130°. Výsledky tak vysoce překročili hodnotu 90°, která je považována za rozmezí mezi smáčivými a nesmáčivými povrchy. Lze tak konstatovat, že uvedený postup vede k hydrofobní úpravě. Prodyšnost upravených vzorků byla nižší než prodyšnost neupraveného vzorku a nižší než prodyšnost vzorků v příkladu 1, avšak stále velmi dobrá pro praktické využití. Paropropustnost *Ret* byla blízko spodní hodnotě rozsahu měřicího přístroje (0,5) a nižší než u vzorků v příkladu 1. Z toho vyplývá, že zaplnění mezivláknových prostorů hydrofobním prostředkem je poměrně malé a pokud se takto upravená nanovláknová vrstva použije pro výrobu vrstvené textilie, např. pro výrobu outdoorového oblečení, bude mít minimální vliv na jeho výslednou paropropustnost. Ta tak bude ovlivněna pouze použitou vrchní textilií, případně vlastnostmi použité podšívky. Z výsledků měření hydrostatické odolnosti lze konstatovat, že uvedená úprava vedla k řádovým nárůstům hydrostatické odolnosti. Např. u vzorku 150RD došlo k asi 43násobnému zvýšení hydrostatické odolnosti.

- Na přiloženém výkrese je na obr. 5 SEM snímek vzorku 150RD při zvětšení 2000krát a na obr. 6 SEM snímek tohoto vzorku při zvětšení 10000krát. Z těchto snímků je patrná poměrně malá míra vyplnění mezivláknových prostorů hydrofobním prostředkem.

## Příklad 3

Elektrostatickým zvlákňováním na zařízení Nanospider (Elmarco s.r.o.) s válcovou zvlákňovací elektrodou (dle CZ patentu 294274) se zvláknil 12% roztok polyamidu 6 (PA6) v rozpouštědlovém systému tvořeném kyselinou octovou (60 %) a kyselinou mravenčí (40 %). Elektrostatické zvlákňování probíhalo v elektrickém poli při napětí  $U = 76,1$  kV, při vzdálenosti zvlákňovací elektrody a sběrné elektrody 135 mm. Rychlost pohybu podkladové textilie, na kterou se vytvářena nanovlákná ukládala, byla  $v = 0,1$  m/min. Relativní vlhkost ve zvlákňovací komoře byla regulována na 22 %. Jako podkladový materiál sloužil pečicí papír o plošné hmotnosti 28 g/m<sup>2</sup>. Plošná hmotnost vytvořené vrstvy nanovláken polyamidu 6 byla 4,6 g/m<sup>2</sup>.

Z takto vytvořeného kompozitu, tj. pečicího papíru s uloženou vrstvou nanovláken polyamidu 6, se připravilo 6 vzorků o velikosti 20 x 20 cm. Současně se připravily tři klocovací lázně tvořené vodným roztokem hydrofobního prostředku na bázi fluorkarbonu typu C6 Nuva FDS, výrobce Clariant International Ltd., s koncentrací tohoto prostředku 50 g/l H<sub>2</sub>O, 100 g/l H<sub>2</sub>O a 150 g/l H<sub>2</sub>O. Do každé z těchto lázní se ponořily dva vzorky kompozitu – jeden na 1 minutu, druhý na 2 minuty. Vzorky kompozitu se během máčení otáčely, aby se dostatečně smočily z obou stran. Poté tyto vzorky jednou prošly mezi válci fuláru s přtlakem 4 bary s rychlostí otáčení válců 1 m/min, čímž se z nich odstranil přebytečný roztok a následně se umístily do horkovzdušné komory, kde se sušily při teplotě 80 °C. Po jejich vysušení se provedla fixace hydrofobního prostředku v horkovzdušné komoře při teplotě 160 °C (5 minut).

Jednotlivé vzorky a jejich mokré přivažky jsou uvedeny v tabulce 5.

Tabulka 5

| Hydrofobní prostředek | Označení vzorku | Koncentrace hydrofobního prostředku v lázni [g/l H <sub>2</sub> O] | Doba máčení [min] | Mokrý přivažek [g/m <sup>2</sup> ] | Sušina hydrofobního prostředku [g/m <sup>2</sup> ] |
|-----------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Nuva FDS              | 50NF-1          | 50                                                                 | 1                 | 88,7                               | 6,2                                                |
| Nuva FDS              | 100NF-1         | 100                                                                | 1                 | 112,6                              | 7,9                                                |
| Nuva FDS              | 150NF-1         | 150                                                                | 1                 | 107,2                              | 7,5                                                |
| Nuva FDS              | 50NF-2          | 50                                                                 | 2                 | 163,5                              | 11,4                                               |
| Nuva FDS              | 100NF-2         | 100                                                                | 2                 | 155,4                              | 10,9                                               |
| Nuva FDS              | 150NF-2         | 150                                                                | 2                 | 160,4                              | 11,2                                               |

U všech vzorků se následně stejným způsobem jako v příkladu 1 měřila prodyšnost (*AP*), paropropustnost (*Ret*) a hydrostatická odolnost (*WC*). Výsledky měření těchto parametrů jsou uvedeny v tabulce 6 – u prodyšnosti (*AP*) jde o průměr z 5 měření, u paropropustnosti (*Ret*) a hydrostatické odolnosti (*WC*) o průměr ze 3 měření.



Tabulka 6

| Vzorek                              | Prodyšnost<br>( <i>AP</i> )<br>[l/m <sup>2</sup> /s] | Paropropustnost<br>( <i>Ret</i> )<br>[Pa.m <sup>2</sup> .W <sup>-1</sup> ] | Hydrostatická<br>odolnost ( <i>WC</i> )<br>[mm H <sub>2</sub> O] |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| neupravená vrstva<br>nanovláken PA6 | 6,84                                                 | 0                                                                          | 212 (41)                                                         |
| 50NF-1                              | 2,96 (0,063)                                         | 0,44 (0,36)                                                                | 1720 (325)                                                       |
| 100NF-1                             | 2,93 (0,093)                                         | 0,80 (0,387)                                                               | 5344 (537)                                                       |
| 150NF-1                             | 2,66 (0,038)                                         | 1,09 (0,252)                                                               | 6032 (537)                                                       |
| 50NF-2                              | 1,41 (0,074)                                         | 0,91 (0,198)                                                               | 9263 (373)                                                       |
| 100NF-2                             | 1,29 (0,072)                                         | 0,64 (0,216)                                                               | 10263 (1434)                                                     |
| 150NF-2                             | 1,21 (0,032)                                         | 0,82 (0,231)                                                               | 12934 (3710)                                                     |

Lze tak konstatovat, že uvedený postup vede k hydrofobní úpravě. Prodyšnost upravených vzorků byla nižší než prodyšnost neupraveného vzorku, avšak stále velmi dobrá pro praktické využití. Paropropustnost *Ret* byla blízko spodní hodnotě rozsahu měřicího přístroje (0,5). Z toho vyplývá, že zaplnění mezivláknenných prostorů hydrofobním prostředkem je poměrně malé a pokud se takto upravená nanovláknenná vrstva použije pro výrobu vrstvené textilie, např. pro výrobu outdoorového oblečení, bude mít minimální vliv na jeho výslednou paropropustnost. Ta tak bude ovlivněna pouze použitou vrchní textilií, případně vlastnostmi použité podšívky. Z výsledků měření hydrostatické odolnosti lze konstatovat, že uvedená úprava vedla k řádovým nárůstům hydrostatické odolnosti. Např. u vzorku 150NF-2 došlo k asi 61násobnému zvýšení hydrostatické odolnosti.

#### Příklad 4

Stejným způsobem jako v příkladu 3 se připravilo 6 vzorků kompozitu, tj. pečicího papíru s uloženou vrstvou nanovláken polyamidu 6, o velikosti 20 x 20 cm.

Tyto vzorky se stejným způsobem klocovaly vodným roztokem hydrofobního prostředku na bázi silikonu konkrétně kationaktivní emulzí polyhydrogenmetylsiloxanové kapaliny Lukofix T40D, výrobce Lučební závody a.s., Kolín, s koncentrací tohoto prostředku 50 g/l H<sub>2</sub>O, 100 g/l H<sub>2</sub>O a 150 g/l H<sub>2</sub>O a s obsahem katalyzátoru na bázi rozpustných solí zirkonu, cínu, titanu a hliníku Lukofix C 48, výrobce Lučební závody a.s., Kolín, v koncentraci 10 g/l H<sub>2</sub>O, 20 g/l H<sub>2</sub>O a 30 g/l H<sub>2</sub>O.

Jednotlivé vzorky a jejich mokré přivažky jsou uvedeny v tabulce 7

Tabulka 7

| Hydrofobní prostředek | Označení vzorku | Koncentrace hydrofobního prostředku (katalyzátoru) v lázni [g/l H <sub>2</sub> O] | Doba máčení [min] | Mokrý přivažek [g/m <sup>2</sup> ] | Sušina hydrofobního prostředku [g/m <sup>2</sup> ] |
|-----------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <b>Lukofix T40D</b>   | 50LFX-1         | 50 (10)                                                                           | 1                 | 120,62                             | 8,43                                               |
| <b>Lukofix T40D</b>   | 100LFX-1        | 100 (20)                                                                          | 1                 | 84,76                              | 5,93                                               |
| <b>Lukofix T40D</b>   | 150LFX-1        | 150 (30)                                                                          | 1                 | 88,35                              | 6,18                                               |
| <b>Lukofix T40D</b>   | 50LFX-2         | 50 (10)                                                                           | 2                 | 145,72                             | 10,2                                               |
| <b>Lukofix T40D</b>   | 100LFX-2        | 100 (20)                                                                          | 2                 | 130,73                             | 9,14                                               |
| <b>Lukofix T40D</b>   | 150LFX-2        | 150 (30)                                                                          | 2                 | 139,53                             | 9,76                                               |

U všech vzorků se následně stejným způsobem jako v příkladu 1 měřila prodyšnost (*AP*), paropropustnost (*Ret*) a hydrostatická odolnost (*WC*). Výsledky měření těchto parametrů jsou uvedeny v tabulce 8 – u prodyšnosti (*AP*) jde o průměr z 5 měření, u paropropustnosti (*Ret*) a hydrostatické odolnosti (*WC*) o průměr ze 3 měření.

Tabulka 8

| Vzorek                           | Prodyšnost ( <i>AP</i> ) [l/m <sup>2</sup> /s] | Paropropustnost ( <i>Ret</i> ) [Pa.m <sup>2</sup> .W <sup>-1</sup> ] | Hydrostatická odolnost ( <i>WC</i> ) [mm H <sub>2</sub> O] |
|----------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| neupravená vrstva nanovláken PA6 | 6,84                                           | 0                                                                    | 212(41)                                                    |
| <b>50LFX-1</b>                   | 2,43 (0,058)                                   | 0,93 (0,48)                                                          | 1060 (70)                                                  |
| <b>100LFX-1</b>                  | 1,75 (0,182)                                   | 0,97 (0,442)                                                         | 1912 (1357)                                                |
| <b>150LFX-1</b>                  | 1,44 (0,038)                                   | 1,18 (0,222)                                                         | 2642 (332)                                                 |
| <b>50LFX-2</b>                   | 1,18 (0,037)                                   | 0,78 (0,152)                                                         | 3504 (914)                                                 |
| <b>100LFX-2</b>                  | 0,85 (0,052)                                   | 0,95 (0,352)                                                         | 4951 (537)                                                 |
| <b>150LFX-2</b>                  | 0,58 (0,062)                                   | 1,01 (0,198)                                                         | 5252 (1159)                                                |

Lze tak konstatovat, že uvedený postup vede k hydrofobní úpravě. Prodyšnost upravených vzorků byla nižší než prodyšnost neupraveného vzorku, avšak stále velmi dobrá pro praktické využití. Paropropustnost *Ret* byla blízko spodní hodnotě rozsahu měřicího přístroje (0,5). Z toho vyplývá, že zaplnění mezivlákných prostorů hydrofobním prostředkem je poměrně malé a pokud se takto upravená nanovlákná vrstva použije pro výrobu vrstvené textilie, např. pro výrobu outdoorového

oblečení, bude mít minimální vliv na jeho výslednou paropropustnost. Ta tak bude ovlivněna pouze použitou vrchní textilií, případně vlastnostmi použité podšívky. Z výsledků měření hydrostatické odolnosti lze konstatovat, že uvedená úprava vedla k řádovým nárůstům hydrostatické odolnosti. Např. u vzorku 150LFX-2 došlo k více než 24násobnému zvýšení hydrostatické odolnosti.

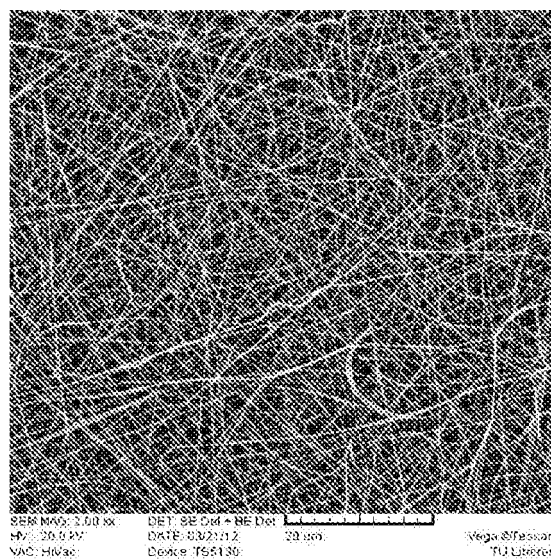
5

Na přiloženém výkrese je na obr. 7 SEM snímek vzorku 150LFX-2 při zvětšení 2000krát a na obr. 8 SEM snímek tohoto vzorku při zvětšení 10000krát. Z těchto snímků je patná poměrně malá míra vyplnění mezivláknových prostorů hydrofobním prostředkem.

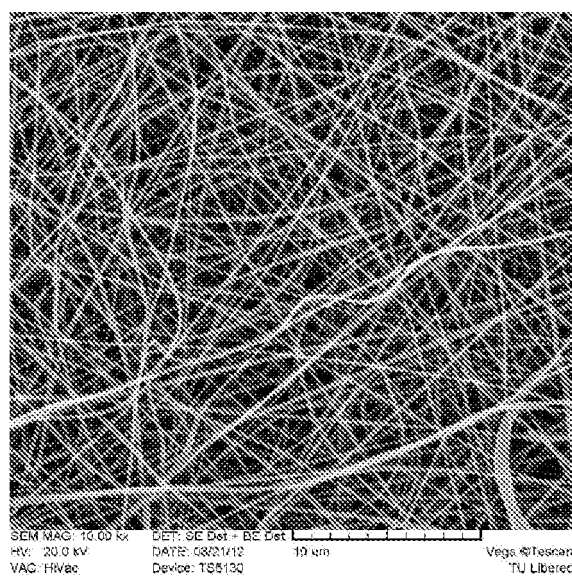
## NÁROKY NA OCHRANU

- 5 1. Vrstva polymerních nanovláken se zvýšenou hydrostatickou odolností, **vyznačující se tím**, že ve struktuře vrstvy polymerních nanovláken je alespoň jeden hydrofobní prostředek, který obaluje její vlákna a nesouvisle vyplňuje její mezivláknenné prostory, přičemž celkové množství hydrofobních prostředků v této vrstvě je 0,1 až 20 g/m<sup>2</sup>.
- 10 2. Vrstva polymerních nanovláken podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že hydrofobním prostředkem je hydrofobní prostředek na bázi fluorkarbonu.
3. Vrstva polymerních nanovláken podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že hydrofobním prostředkem je hydrofobní prostředek na bázi fluorkarbonu typu C6.
- 15 4. Vrstva polymerních nanovláken podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že hydrofobním prostředkem je hydrofobní prostředek na bázi silikonu.
- 20 5. Vrstva polymerních nanovláken podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že hydrofobním prostředkem je hydrofobní prostředek na bázi uhlovodíku.

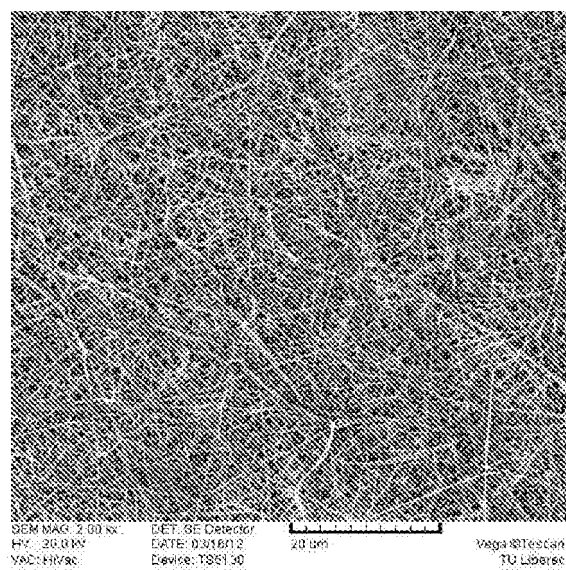
4 výkresy



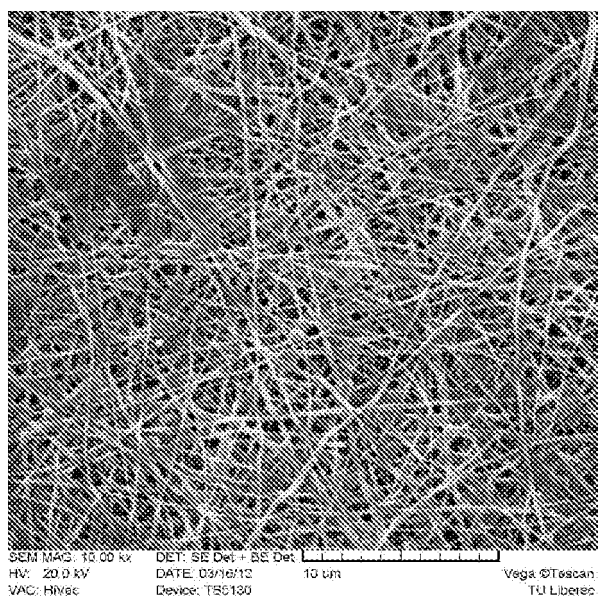
Obr. 1



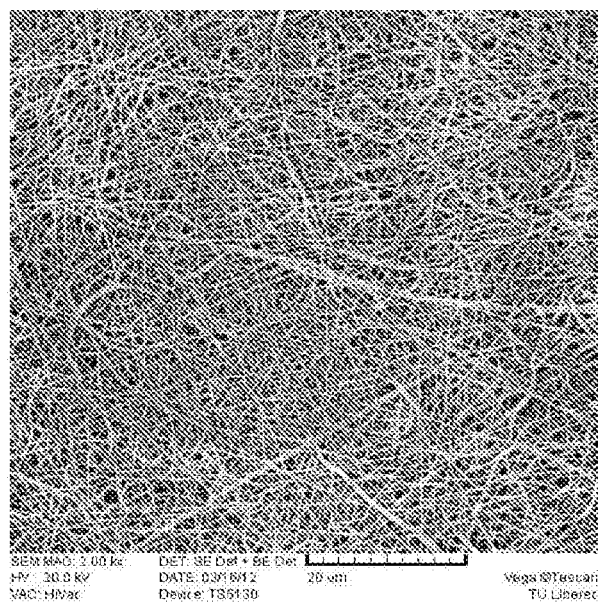
Obr. 2



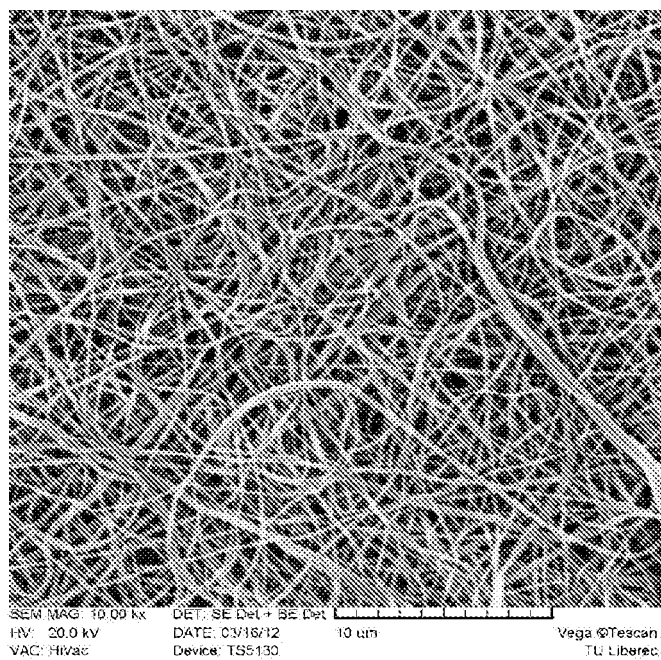
Obr. 3



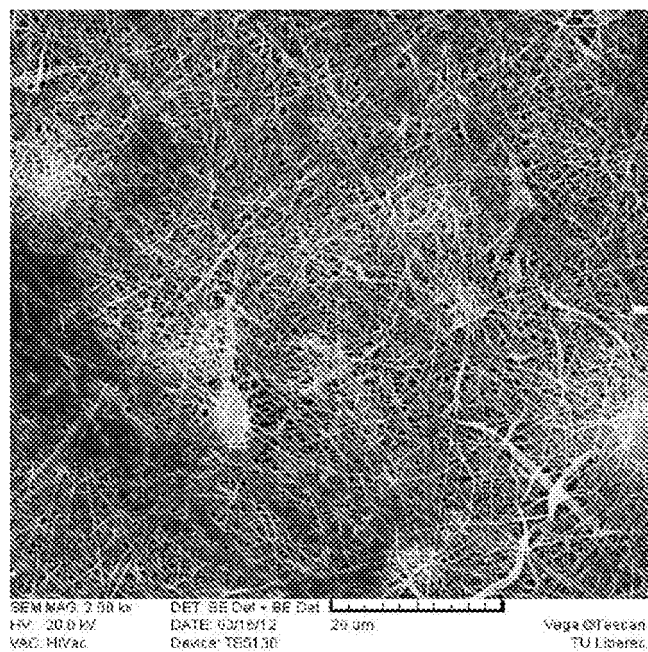
Obr. 4



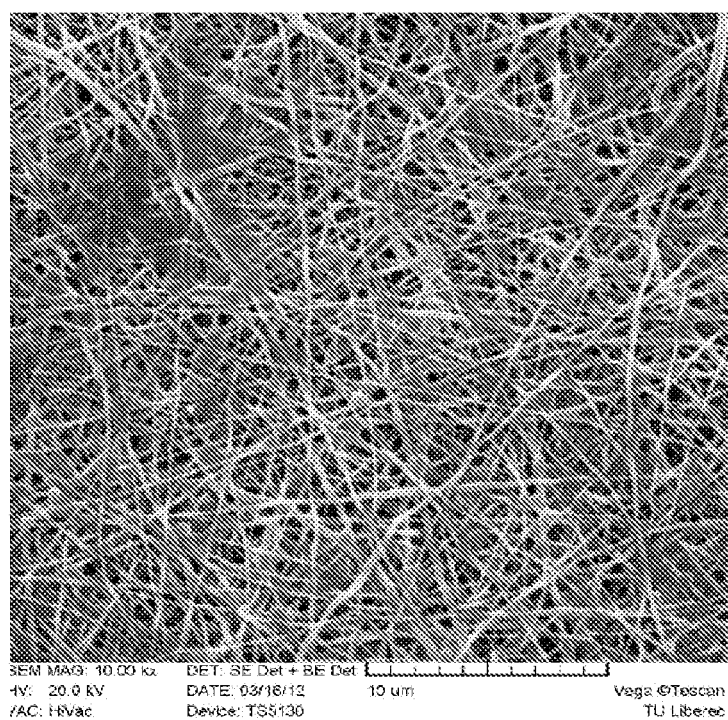
Obr. 5



Obr. 6



Obr. 7



Obr. 8