

FUNKCIONALIZOVANÉ NANOVLÁKENNÉ STRUKTURY

FUNCTIONALIZED NANOFIBROUS STRUCTURES

Marcela Munzarová^{a*}, David Poustka^a, Pavla Čapková^b, Petr Ryšánek^b, Martin Kormunda^b, Zdeňka Kolská^b, Milan Gryndler^b, Lukáš Bystrianský^b, Josef Trögl^b, Jiří Štojd^b

^a Nanotex Group s.r.o. Podkrušnohorská 271, Litvínov, Česká republika

^b Univerzita JE Purkyně, Pasteurova3544/1, Ústí nad Labem, Česká republika

*Korespondující autor. e-mail: marcela.munzarova@nanotexgroup.cz, tel.: +420 777 607 706

Abstrakt

Nanovlákenné struktury umožňují aditivovat biologicky účinné látky, například látky s antimikrobiálními účinky. Této skutečnosti je možné s výhodou využít pro výrobu filtračních materiálů, ale také ochranných oděvů a dalších ochranných prostředků. Typ polymeru, účinnou látku a její koncentraci, jakožto celkovou strukturu textilie obsahující účinnou filtrační vrstvu s antimikrobiálními účinky je nutné designovat s ohledem na zamýšlenou aplikaci materiálu a normované požadavky produktu, pro který byl tento materiál vyvinutý. Přednáška prezentuje výsledky vývoje filtračních médií dosahujících filtrační účinnost dle požadovaných norem EN ISO 16890 (nahradila EN ISO 779) zajišťujících mimo záchyt partikulárních nečistot antimikrobiální efekt filtračního materiálu.

Klíčová slova: nanovlákenná struktura, nanovlákná, antimikrobiální látky

Abstract

Nanofibrous structures allow the addition of biologically active substances, such as antimicrobial agents. This fact can be advantageously used for the production of filter materials but also in protective clothing and other protective equipment. The type of polymer, the active substance and its concentration, as the overall structure of the fabric containing an effective filtration layer with antimicrobial effects, must be designed with regard to the intended application of the material and the standard requirements of the product for which the material has been developed. The lecture presents the results of the development of filtration media achieving filtration efficiency according to the required standards EN ISO 16890 (replacing EN ISO 779) ensuring the antimicrobial effect of the filler material outside the trap of particulate impurities.

Key words: nanofibrous structure, nanofibres, antimicrobial agents

1. ÚVOD

Studie se zabývá aplikací bakteriocidní látky do nanovlákněné struktury, která může být následně aplikována v různých typech filtračních médií případně materiálů pro medicínské aplikace.

Pro vývoj antimikrobiálních nanovlákněných textilií byly zvoleny dva typy polymerů:

- Polyamid 6 dále označovaný jako nylon 6, nebo též PA6.
- Polyvinyliden fluorid dále označovaný jako PVDF

Prezentace se zabývá výsledky dosažené s modifikujícím aditivem:

- Dodecyltrimethylamonium bromid (DTAB)

Cílem práce byl vývoj antimikrobiální filtrační vrstvy aplikovatelné v materiálech na obličejové masky (materiál dle normy EN ISO 14683) a filtrační vrstvy aplikovatelné ve filtračních médiích úroveň F7-F9 (materiál dle normy EN ISO 779).

V obou případech je hodnocen výsledek nanovrstvy nanosené na substrátu, nikoli samotné nanovrstvy.

V případě aplikace do obličejových masek je obvykle používán jako substrát polypropylenový spunbond (plošná hmotnost 20-30 g/m²).

V případě aplikace do filtračních médií se můžeme setkat s rozsáhlou škálou substrátů, počínaje celulózovým substrátem (filtrační papír) a konče textilními substráty (netkané textilie včetně meltblownových vrstev převážně z polypropylenových vláken).

1.1 Cílové parametry materiálů

U materiálů určených na výrobu obličejové masky jsou hodnoceny dle normy tyto parametry:

BFE ≥ 98% (hodnoceno metodou ASTM F2101-07)

Tlakový spád ≤ 49 Pa/cm²

U materiálů aplikovaných ve struktuře filtračního média jsou hodnoceny dle normy tyto parametry:

FE ≥ 75% (hodnoceno metodou EN ISO 779)

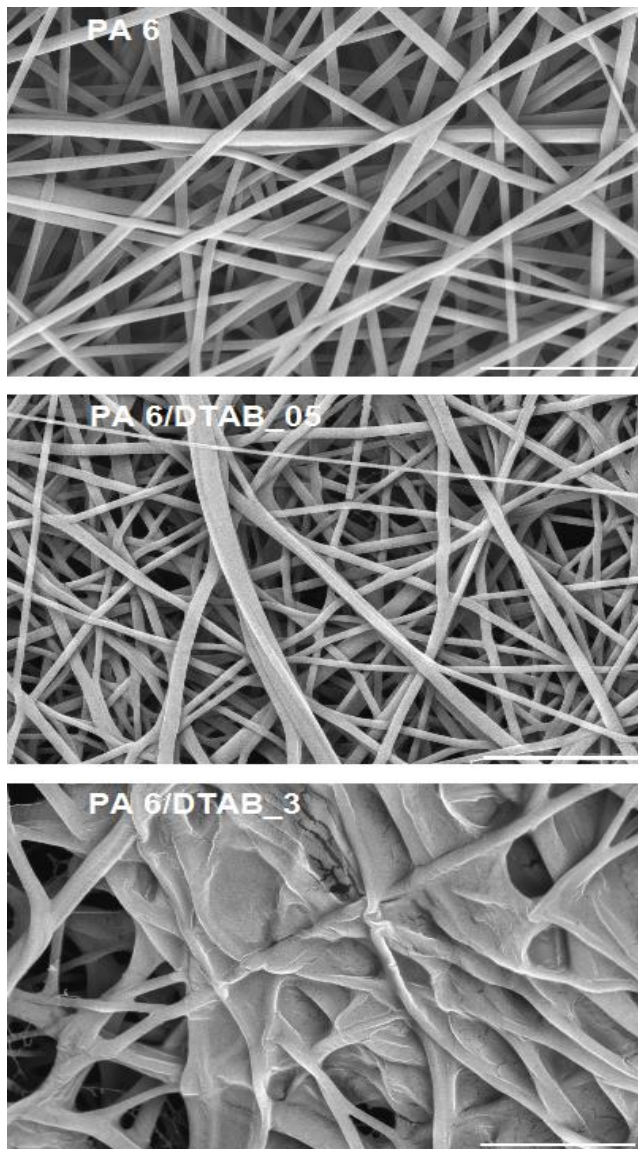
Prodyšnost ≥ 250 l/m²/s

2. PRŮBĚH STUDIE

Oba typy polymerních roztoků byly aditivovány přídatkem DTAB v koncentraci 0,5; 1; a 3 hmotnostní procenta (na hmotnost roztoku).

Byla analyzována morfologie nanovlákněné struktury neaditivovaných vláken a vláken aditivovaných různou koncentrací viz obr.1.

Studie prokázala v případě polymeru PA6 změny morfologie při koncentraci aditiva 3 hmotnostní %.



Obrázek 1. Morfologie nanovlákněné struktury. PA 6 prezentuje neaditivovanou strukturu. PA 6/DTAB jsou aditivovány 0,5 a 3,0 hmotnostními procenty aditiva. Bílá úsečka odpovídá rozměru 1μ

V rámci studie byly připraveny materiály požadovaných cílových parametrů (viz kapitola 1.1).

U těchto materiálů byly hodnoceny cílové parametry (filtrační účinnost, tlakový spád respektive prodyšnost) a antimikrobiální efekt na mikroorganismy (*Klebsiella pneumoniae*; *Staphylococcus aureus*). Dále byla hodnocena stabilita antimikrobiálního efektu materiálu při dlouhodobém průtoku vzduchu.

3. VÝSLEDKY STUDIE

Byla vyrobena nanovlákněná vrstva požadovaných cílových parametrů dle specifikace na výrobu obličejové masky:

BFE \geq 98% (hodnoceno metodou ASTM F2101-07)

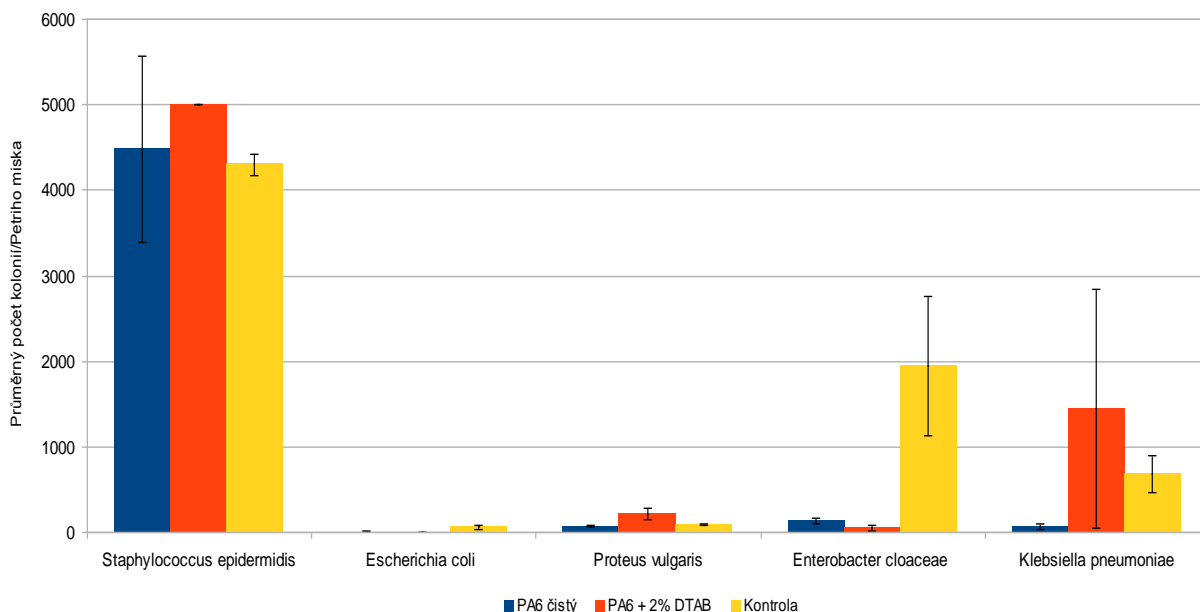
Tlakový spád \leq 49 Pa/cm²

Přítomnost bromu a DTAB ve struktuře vláken PA6 byla prokázána XPS spektroskopii (tab.1)

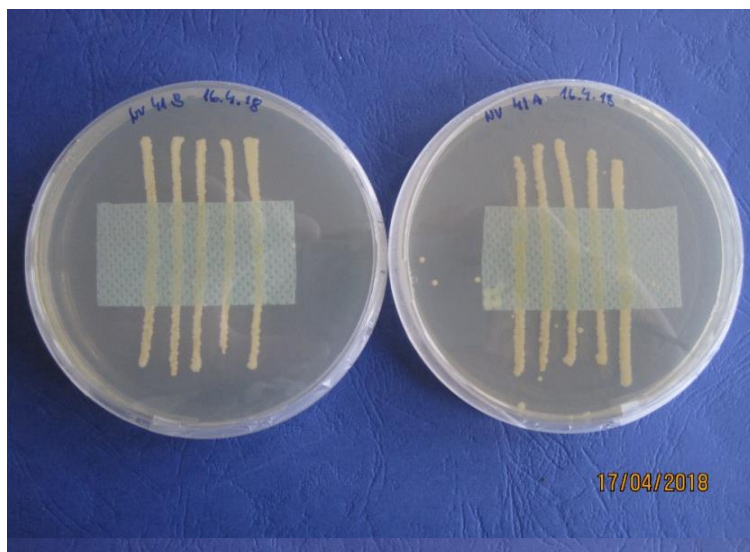
Tabulka 1: Výsledky XPS spektroskopie potvrzující přítomnost bromu a DTAB na povrchu vzorků PA6/DTAB..

Vzorek	Br (%)
PA6	0,00
PA6/DTAB_0.5	0,05
PA6/DTAB_3.0	0,63

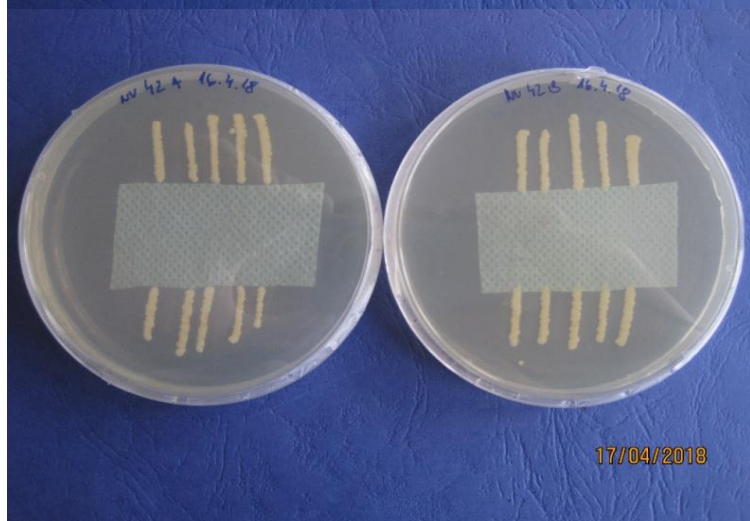
Antimikrobiální efekt aditivovaných nanovlákněných struktur byl prokázán u struktury polymerních vláken PA6 (obr.2) i PVDF (obr.3 bez aditiva a obr. 4 s přídatkem 2 hm.% DTAB)



Obrázek 2. Antimikrobiální efekt byl ve srovnání s kontrolou a čistým vzorkem PA6 pozorován pouze pro bakterie Escherichia coli a Enterobacter cloacae.



Obr. 3. Výsledek antibakteriálního testu pro vzorek PVDF bez antibakteriální látky, testováno na dvou typech bakterií: *Staphylococcus aureus* (vlevo), *Klebsiella pneumoniae* (vpravo).



Obr. 4. Výsledek antibakteriálního testu pro vzorek PVDF s přidavkem 2 hm.% DTAB, testováno na dvou typech bakterií: *Staphylococcus aureus* (vlevo), *Klebsiella pneumoniae* (vpravo).

4. ZÁVĚR

Do obvyklých filtračních struktur (velmi tenké nanovlákněné vrstvy s plošnou hmotností nižší než 0,5 g/m²) byla inkorporována antimikrobiální látka DTAB, jejíž účinnost byla prokázána.

Princip inkorporace antimikrobiální látky jakožto výroba nanovlákněné struktury jsou realizovatelné obvyklými průmyslovými procesy (elektrospinning pomocí technologie Nanospider™) a nepřinášejí z technologického hlediska žádné vícenásledky.

Při stejné filtrační účinnosti vyrobené vrstvy bylo lepšího antimikrobiálního efektu dosaženo na vrstvě aditivované PVDF struktury oproti PA6 struktuře.

Poděkování

Výzkum byl podpořen z projektu CZ.01.1.02/0.0/0.0/15_019/0001680 „Polymerní nanovlákněná antibakteriální filtrační média“ program OPPIK Aplikace.