

Rozhledy matematicko-fyzikální

Lubomír Sodomka

Nanovlákná – materiály budoucnosti

Rozhledy matematicko-fyzikální, Vol. 91 (2016), No. 4, 14–18

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/146686>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2016

Institute of Mathematics of the Czech Academy of Sciences provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This document has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://dml.cz>

Nanovlákna – materiály budoucnosti

Lubomír Sodomka, Adhesiv, TUL, Liberec

Abstract. Nanofibers are two-phase materials with large specific surface area. The article presents their basic properties (nanoelectronic, triboelectric, triboluminescent, electroluminescent, and even superconductive) and describes wide possibilities of their applications.

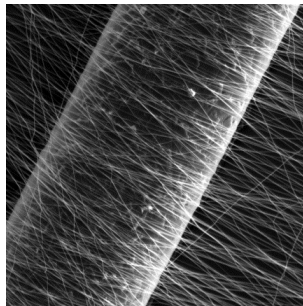
Celý svět žije vědou, výzkumem, inovacemi – investicemi do budoucnosti. Mezi takovou problematiku patří také nanotechnologie, která se realizuje nanočásticemi, nanovlákny a nanomembránami. Nanočástice se pravděpodobně používaly již ve starém Egyptě, o nanovlákních v podobě zlatých nití v textilích králů se však nezachovaly spolehlivé doklady. Šlo tehdy pravděpodobně jen o mikrovlákna. Skutečnost, že vlákna tvořila a tvoří materiály široce užívané ve všech oborech lidské činnosti, je každému známá. Vlákna mají výhodu velké ohebnosti (flexibility) Φ , pro kterou platí

$$\Phi = \frac{64}{\pi E d^4}$$

kde E je modul pružnosti a d průměr vlákna. Z tohoto vztahu vyplývá, že Φ je tím větší, čím menší je modul pružnosti a čím menší je průměr vláken. Přejedem od mikrovláken k nanovláknům se zvětší Φ až 10^{12} krát ($(10^{-6})^4/(10^{-9})^4 = 10^{12}$).

Mezi makro-, mezo-, mikro- a nanovlákna zahrnujeme všechna známá vlákna, která se užívají jak v textilních oborech, tak i v technice, a to zvláště ke konstrukci nových materiálů, označovaných jako kompozity. Všechna vlákna mají jak své společné obecné vlastnosti, tak i vlastnosti rozdílné. Nejvíce se však liší od ostatních typů vláken nanovlákna. Ta lze považovat za dvojfázové materiály, kde jednu fázi tvoří povrch nanovláken a druhou fázi pak jejich vnitřek. Povrch tvoří dvojrozměrnou strukturu, vnitřek trojrozměrnou. Povrch nanovláken je obrovskou poruchou ve struktuře jejich vnitřku a nese řadu významných vlastností, vnitřek se strukturně shoduje se strukturou běžných vláken. Vlákna mají tu výhodu, že mají větší pevnost než objemový materiál, z něhož jsou tažena.

Příkladem jsou (nano)vlákna krystalů a vlákna grafitová. Vlákna se vyskytují hojně také v biologických soustavách – v srsti zvířat slouží k ochraně proti teplu i chladu, dále se uplatňují jako výztuha kmenů, větví stromů a listů, bez nichž by rostliny v přírodě neobstály. Vyskytují se ve svalstvu živočichů či jako vlákna neuronů nebo jako vlákna DNK; jako molekuly DNK (DNA) zprostředkují dědičné informace. Nanovlákna najdeme i v rostlinných a živočišných buňkách a také v lidských vlasech. Mají průměry od 18 μm až do 180 μm . Srovnání lidského vlasu s nanovláknem vytvořenými elektrostatickým zvlákněním je na obr. 1.



Obr. 1: Lidský vlas ve srovnání s nanovláknem

Nanovlákna hrají pro svou jemnost, flexibilitu, povrchové a různé jiné fyzikální vlastnosti významnou úlohu v biologických strukturách, kdy jsou nenahraditelná. Zvláště významné jsou jejich povrchové vlastnosti, které ovlivňují vývoj biologických soustav. Nanovlákna se dnes používají i v technice, a to díky jejich mechanickým, triboelektrickým, elektrickým a optoelektrickým vlastnostem. Pronikla dokonce do domácností, v nichž se textilie z nanovláken využívají k čištění a filtraci. Jsou také v tkáních, netkaných textiliích (tzv. rouninách) i jiných textiliích.

Z přírody známá pavoučí vlákna mají vysoké moduly pružnosti a tažnosti, a to při průměru několika desítek mikrometrů. Tato vlákna se pod názvem *biosteel* dostala do výroby díky firmě Nexis. Název *biosteel* naznačuje, že jejich vlastnosti jsou srovnatelné s vlastnostmi oceli. Další vlastnosti pavoučích nanovláken, např. adhezi, případně elektrické vlastnosti, je možné jen předpokládat. Pavoučí nanovlákna budou zřejmě patřit mezi vlákna s vysokou tažností a pevností (s vyššími hodnotami než u oceli). Kromě mechanických vlastností se uplatní také již zmiňované vlastnosti vodivé, supravodivé a polovodivé – využitelné v elektronice, v optice a v optoelektronice.

Velmi významnou aplikaci by mohly poskytnout i nanotkaniny a obecně nanotextilie. K jejich výrobě je však třeba vyvinout technologie nanotkaní a nanopletení.

Technologie výroby nanovláken má v současné době značný význam. Teorie říká, že nanovláknna mají univerzální vlastnosti, které umožňují jejich využití ve všech oborech lidské činnosti. Proto jejich výzkum, vývoj, výroba a aplikace mají obrovské perspektivy a dávají naději na velké zisky. Jejich vlastnosti, dané jejich strukturou, se zřejmě stanou předmětem rozsáhlého výzkumu, zaměřeného na aplikace a tvorbu součástek nanorozměrů a z nich vytvořených nanostrojů, jak předpověděl již nositel Nobelovy ceny za fyziku pro rok 1963 R. P. Feynman. Při přechodu od mikrometrových rozměrů k nanorozměrům, od mikroelektroniky k nanoelektronice, získáme pomocí nanovláken i značné materiálové úspory.

Díky znalosti této skutečnosti dochází k nesmírnému rozvoji technologie výroby nanovláken. Vzniká tak obrovské množství většinou patentovaných elektrostatických technologií, zahájených v roce 1934 A. Formhalsem [1] a v roce 1966 H. L. Simonsem [2]. Dnes, po dalším rozvoji mechanických technologií [3], se díky své produktivitě staly technologie výroby nanovláken zdrojem vláknových surovin pro celý textilní průmysl. Výhodou současných mechanických technologií výroby nanovláken je to, že příslušné výrobní stroje jsou malé a lehké. To mění podmínky strategie zpracování nanovláken. Je technicky možné zpracovávat nanovláknna přímo u zdroje, a vytvářet tak integrované postupy od výroby nanovláken až k jejich zpracování do výsledného produktu. Tak lze ušetřit náklady na přepravu surovin a podle druhu výsledného produktu i značné množství surovin díky snížení množství odpadu. Příkladem mohou být konfekční výrobky na obr. 2.

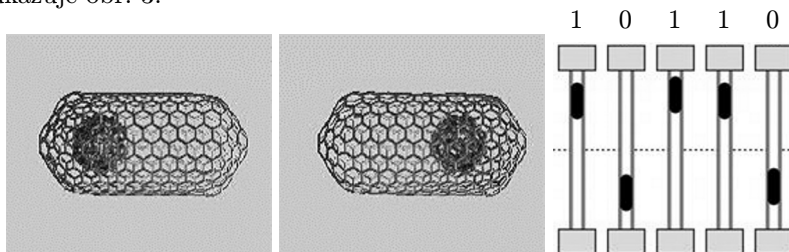


Obr. 2: Konfekční výrobky z nanovláken

Pro takové konfekční výrobky se nejdříve vytvoří stříhy, podle nichž se vyrábí plošné nanotextilie s šířkou blízkou výrobku. Stříhy se pak upraví tak, aby se maximálně snížil odpad při výrobě. Je potřeba uvážit i množství vyráběných produktů, aby byla výroba maximálně ekonomická.

Zvlákňovací přístroje nanovláken je pak možné spojit se spřádacím zařízením následovaným tkacími či pletacími stroji. Výroba těchto strojů se musí zaplatit, proto je potřeba přihlížet k prodejnosti výsledného výrobku. Vhodnými produkty jsou např. lékařské roušky, různé filtrační textilie, textilie pro úklid v domácnosti apod.

Přímo v textiliích je možná konstrukce nanopočítačů. Realizaci bitu ukazuje obr. 3.

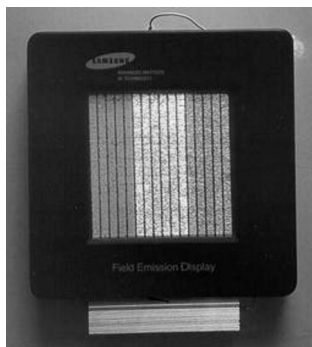


Obr. 3: Realizace bitu

Světelná zařízení na bázi nanovláken jsou znázorněna na obr. 4.



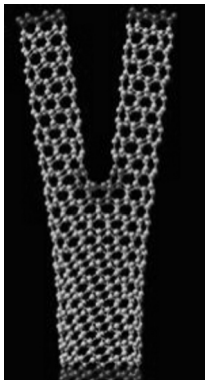
Obr. 4a: Zdroje světla



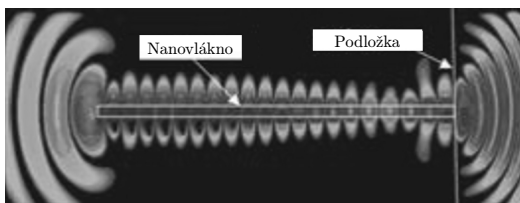
Obr. 4b: Nanotubulenový displej

FYZIKA

Uvedené příklady poukazují na univerzálnost použití nanovláken, která je řadí mezi materiály budoucnosti. Nanovláknna je možné zařadit mezi materiály tvořící novou materiálovou éru – po době železné, éru nanovláknovou.



Obr. 4c: Svítící plocha ve tvaru Y



Obr. 4d: Nanovláknový laser

Nanovláknna poskytují široký potenciál pro výzkum jejich struktury a vlastností, takže patrně zaměstnají mnoho výzkumníků ještě po dlouhou dobu.

Literatura

- [1] Formhals, A.: US patent 1,975,504,1934, US patent 2,160,962,1939, US patent 2,187,306, 1940, US patent 2,323,025,1943, US patent 2,349,950, 1944.
- [2] Simons, H. L.: US patent 3,280,229, 1966.
- [3] Sodomka, L.: *Fyzika a chemie, technologie a užití nanovláken*. Adhesiv, Liberec (CD).