

## JEMNOZRNNÉ ČÁSTICE V MATRICÍCH MULTIFUNKČNÍCH KOMPOZITŮ

**Josef Knězek, René Čechmánek, Halina Szklorzová<sup>1</sup>**

*Specifické vlastnosti multifunkčních kompozitů. Úloha a potenciál nekovové vláknové výztuže disperzní a orientované. Úloha a potenciál jemnozrnných částic v matricích multifunkčních kompozitů. Některé charakteristiky vybraných jemnozrnných částic. Problematika homogenizace kombinovaných jemnozrnných směsí.*

### Úvod.

Jako „multifunkční kompozity“ jsou v tomto pojednání chápány kompozitní materiály s matricí na bázi portlandského cementu, jejichž mechanické vlastnosti jsou významně ovlivňovány použitou nekovovou vláknovou výztuží.

Použitý přívlástek „multifunkční“ obecně naznačuje způsobilost těchto vláknových kompozitů uspokojovat – vedle obvyklých požadavků na mechanické vlastnosti a uspokojivé chování v prostředí se zvýšenou vlhkostí či ve vodě při obvyklých stavebních aplikacích – i další specifické fyzikální vlastnosti, jako obecně mohou být technicky využitelný soubor elektrických vlastností, způsobilost radiačního stínění, mimořádnou odolnost vůči pronikání i působení technických plynů, samočistitelnost

---

<sup>1</sup> KNĚZEK Josef, Ing., CSc., ČECHMÁNEK René, Ing., SZKLORZOVA Halina, Ing.,  
Research Institute of Building Materials, JSC, Hněvkovského 65, Brno, Czech Republic

povrchů silikátových prvků a konstrukcí, a podobně. Svým způsobem lze přiřadit do skupiny multifunkčních vláknových kompozitů i varianty kompozity s výraznou odolností vůči zvýšeným a vysokým teplotám, včetně jejich uspokojivé funkční způsobilosti v požárních podmínkách.

V další části budou presentovány dílčí poznatky vztahující se k problematice vláknových kompozitů se specifickými elektrickými vlastnostmi, kdy je cílem vytvořit vláknový kompozit s technicky využitelnou způsobilostí elektromagnetického stínění a elektrickou vodivostí.

### **Koncepce řešení vláknocementového kompozitu s elektrickými vlastnostmi.**

Kompozity na bázi portlandského cementu jsou za sucha elektrickými izolanty, s rostoucím obsahem vlhkosti je tato vlastnost podstatně potlačována.

Většina nekovových vláknových výztuží je elektricky nevodivá, výjimku představují vlákna na bázi uhlíku (Zatím je třeba ponechat stranou variantu polymerních vláken s výraznou elektrickou vodivostí, neboť jsou dosud ve stadiu vývoje a není dosud nebyla posuzována jejich vhodnost do alkalického prostředí matric na bázi portlandského cementu.) Uhlíková vlákna současně představují i technicky velmi efektivní výztuž kompozitů na bázi cementových matric, kdy jsou dosahovány významné efekty i řešení jak staticky, tak i dynamicky namáhaných stavebních prvků a konstrukcí na jejich bázi.

Na hranici nekovových a kovových vláken stojí specifická vlákna z kovového skla (Fibrebrax), která svým charakterem mohou být rovněž potenciálně možnou volbou specifické – elektricky vodivé – vláknové výztuže.

Potenciálním řešením elektrické vodivosti matrice na bázi portlandského cementu by však mohlo být i její doplnění vhodnými částicovými složkami nevláknové formy. Vzhledem k podmínkám prostředí matrice na bázi portlandského cementu i reálné dostupnosti a nákladovosti potenciálně vhodných jemnozrnných složek nebyly do řešení zahrnuty potenciální možnosti Fe- a AG- nanočástic, ani Al-nanovláken. Přitom obecně pravděpodobně ve sféře nanočástic lze v budoucnu očekávat optimální řešení definované stabilní úrovní elektrických vlastností silikátových kompozitů.

Přirozený zájem je orientován na užití jemnozrnných uhlíkových částic různých proveniencí až k potenciálu uhlíkových nano-vláken. Nákladové

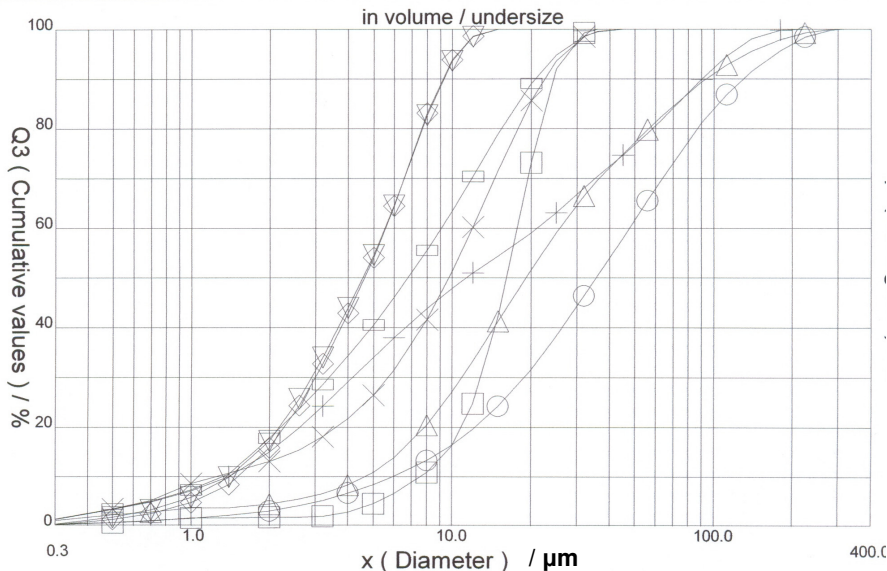
nároky uhlíkových nano-vláken – i při dosažení mimořádných technických parametrů - však v současnosti zpochybňují jejich praktickou využitelnost.

Nově koncipovaná matrice cementových kompozitů s výraznými elektrickými vlastnostmi již bude rezonovat i s poznatky o vytváření vysoce účinných mechanických vlastností cementových kompozitů s dobrou zpracovatelností, kdy se přechází k využívání vysokého podílu jemnozrnných složek. Kompozity tohoto typu již vstoupily do povědomí stavební veřejnosti pod zkratkou ECC ( Engineered Cementitious Composites) a zvyká si i na HPRCC (High Performance Fiber Reinforced Cementitious Composites).

### **Geometrická charakteristika vstupních potenciálně vhodných jemnozrnných složek cementových kompozitů.**

Skládání jemnozrnných složek do výsledné struktury - probíhající zpravidla za mokra a asistence efektivně vyhledaných superplastifikátorů a eventuelně dalších složek - je výrazně ovlivňováno kromě jiných činitelů jejich geometrickými charakteristikami. Pro zpracování návrhu výsledné jemnozrnné směsi nepostačují globální charakteristiky „jemnost“ (např. měrný povrch stanovený některou z existujících metod). Je nutné znát statistické rozložení alespoň statistické rozložení četnosti výskytu určujícího parametru rozměrů částic pro každou skladebnou složku.

V rámci zahájených výzkumných prací byly stanoveny distribuční křivky vstupních jemnozrnných složek, počínaje základními typy portlandských cementů, popílků z klasického spalování splňujících požadavky ČSN EN 450-1, mikrosiliky, jemněmletého křemičitého písku a mletého krystalického grafitu. Výsledky stanovení jsou ukázány společně na obr. 1.



+	1423 - 920L	V korál světlý
×	1429 - 920L	V CEM I 52,5 N
◇	1474 - 920L	V grafitový prášek
▽	1477 - 920L	V Šungit 1
□	1611 - 920L	V Mikrodorsilit 405
□	1619 - 920L	V Mikrosilika
○	1623 - 920L	V popílek-klasika 42/1
△	1626 - 920L	V popílek-klasika 70/1

**Obr. 1: Součtové granulometrické křivky vzorků**

V současnosti pokračuje průzkum vhodnosti jemnozrnných složek s posláním vytváření elektrických vlastností kompozitů na bázi portlandského cementu.

Tento příspěvek byl zpracován s využitím dosavadních výsledků výzkumných prací v rámci programu Tandem projektu MPO ČR reg.č. FT-TA3/027 a výzkumného centra MŠMT ČR reg.č. 1M06005.

## Literatura

- [1.] J.Saxton: Nanotechnology: The Future is Coming Sooner Than You Think. A Joint Economic Committee Study, Point Economic Committee United States Kongres, March 2007.
- [2.] R.Foot: Welcome to the world of nanotechnology. Scientists now able to touch, see and manipulate some of nature's tiniest particles, March 26, 2007, [www.canada.com](http://www.canada.com)
- [3.] P.Patel-Predd: The Nano Secret to Concrete, February 08, 2007, [www.technologyreview.com](http://www.technologyreview.com).
- [4.] P.N.Balaguru: Nanotechnology and Concrete: Background, Opportunities and Challenges, Proceedings „Applications of Nanotechnology in Concrete Design“, Dundee, UK, July 07 2005, pp.113 – 122
- [5.] M.Chiarello, R.Zinno: Electrical conductivity of self-monitoring CFRC, Cement and Concrete Composites, 27(2005), pp.93-101
- [6.] Jingyao Cao, D.D.L.Chung: Colloidal graphite as an admixture in cement and as a coating on cement for electromagnetic interference shielding, Cement and Concrete Research, VI.33, Issue 11, November 2003, pp. 1737-1740
- [7.] J.Prokeš, S.Nešpůrek, J.Stejskal: Vodivé polymery, Vesmír, leden 2001, str.35 – 38.
- [8.] F.Tepper, M.Lerner, D.Ginley: Nanosized Alumina Fibers, American ceramic Society Bulletin, Vol.80, No.6, pp. 57 – 60.