

ANALÝZA ROVNOMĚRNOSTI ROZPTÝLENÍ OCELOVÝCH VLÁKEN V PŘÍČNÉM PRŮŘEZU EXTRUDOVANÝCH MATERIÁLŮ

Analysis of the uniformity of steel fibres dispersion in cross-section of extruded materials

Petr Misák¹, Barbara Kucharczyková², Ondřej Pospíchal³

Příspěvek zkoumá možnosti využití nástrojů analýzy obrazu při vyhodnocování rovnoměrnosti rozptýlení ocelových vláken v příčném průřezu. Rovnoměrnost rozptýlení je zde dále posuzována prostřednictvím statistických metod.

The paper deals with possibilities of the utilization of the image analysis for the evaluation of the uniformity of steel fibres dispersion in cross-section of extruded materials. Evaluation is also made with using statistical methods.

Úvod

Extruze materiálů na bázi cementu znamená jejich tvarování za vysokých smykových a tlakových sil. Lisováním dochází k výraznému zhutnění materiálu i při použití nízkého vodního součinitele. Tím lze dosáhnout zlepšení fyzikálně mechanických vlastností výsledného produktu. Příspěvek je zaměřen na analýzu rovnoměrnosti rozptýlení ocelových vláken v příčném průřezu takto vyráběných materiálů. Předpokladem byla vyšší koncentrace ocelových vláken ve středu příčného průřezu, která může být způsobena technologií výroby, tedy extruzí.

Složení zkoumané směsi je uvedeno v tabulce 1. Použitá ocelová vlákna byla dodána firmou KrampeHarex CZ s.r.o. Jedná se o vlákna délky 6 mm

¹MISÁK Petr, Ing., email: misak.p@fce.vutbr.cz.

²KUCHARCZYKOVÁ Barbara, Ing., Ph.D., email: kucharczykova.b@fce.vutbr.cz.

³POSPÍCHAL Ondřej, Ing., email: pospichal.o@fce.vutbr.cz.

a průměru 0,15 až 0,2 mm.

Tab. 1: Složení zkoumaných směsí

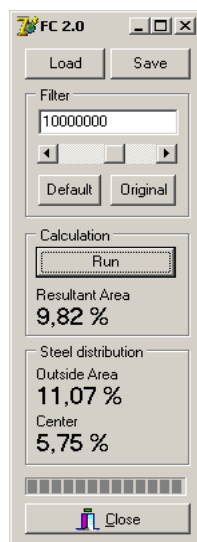
Surovina	Množství [g]
Cement - CEM 52,5 Mokrá	7520
Methylceluloza Walocel M-20678	80
Celuloza Arbocel BC200	160
Ocelové mikrovlákno Krampe DM	800
Voda	1900

Program FerroCount 2.0 (FC 2.0)

Rovnoměrnost rozptýlení vláken byla zkoumána porovnáním obsahu vláken ve středu příčného průřezu a na jeho okrajích. Za tímto účelem byl vytvořen program *FerroCount*, který umožňuje na základě jednoduchých algoritmů určit poměr plochy zastoupené ocelovými vlákny a cementovou maticí, a to ve zmíněných oblastech příčného průřezu.

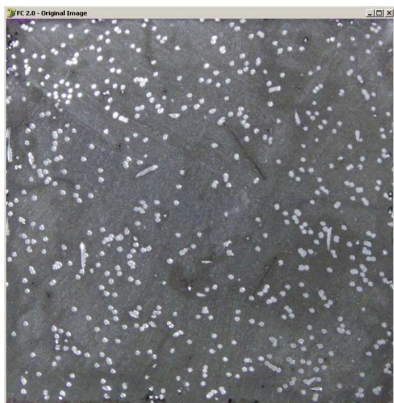
Pro tuto analýzu bylo nutné nejdříve pořídit snímky řezů zkušebních těles. Pro zvýraznění kontrastu mezi cementovou maticí a ocelovými vlákny je vhodné zkoumaná zkušební tělesa navlhčit vodou. Přímé skenování průřezu se jevílo jako nevhodné, neboť nebylo možné dosažení dostatečného kontrastu. Nejlepší metodou se tedy jevílo přímé fotografování s několika sekundovým časem závěrky s využitím externího osvětlení. Dále bylo nutné fotografie pořizovat v nekomprimovaném formátu, nejlépe jako bitmapu, tedy formát *.bmp. Takto pořízené snímky byly oříznuty a upraveny na rozlišení 700 x 700 pixelů, pro které byl program *FerroCount* konstruován.

Program *FerroCount 2.0* (FC 2.0) využívá základních poznatků analýzy obrazu. Po načtení příslušného souboru se provede filtrace obrazu, která určí místa vyplněná cementovou maticí (resp. výztuží) a přiřadí jim černou (resp. bílou) barvu. Dále se určí odhad plochy zabrané výztuží jednoduchým určením počtu příslušných pixelů a následným dělením. Výstupy programu jsou celkem tři. První z hodnot určuje celkový obsah výztuže v průřezu v procentech a další dvě obsah ve středu a na

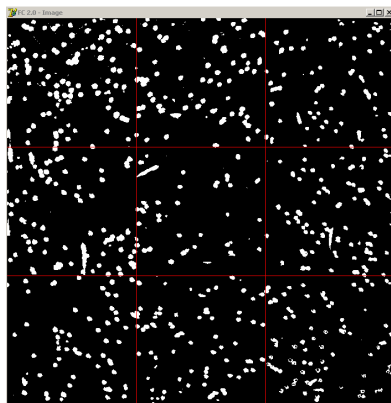


Obr. 1: Ovládací panel programu FerroCount 2.0

okrajích. K výpočtu posledních dvou hodnot program rozdělí obraz průřezu vzorku na 9 stejných podoblastí, přičemž pro výpočet obsahu výztuže uprostřed průřezu se hodnotí pouze oblast ležící ve středu.



Obr. 2: Původní záznam plochy průřezu



Obr. 3: Přefiltrovaný záznam plochy průřezu s vyznačenými podoblastmi

Program FC 2.0 je možné řídit prostřednictvím kontrolního panelu (viz Obr. 1). Zde je možné provést načtení (příp. uložení) datového souboru a především provádět úpravy nastavení filtru. Po provedení výpočtu jsou zde viditelné výsledky. Dále je možné zobrazit jak původní obraz, tak i upravený prostřednictvím filtru, aby bylo možné provést optickou kontrolu správnosti filtrace (viz Obr. 2 a 3).

Vyhodnocení rovnoměrnosti rozptýlení vláken v příčném průřezu

Pro Vyhodnocení rovnoměrnosti rozptýlení vláken v příčném průřezu bylo pořízeno 22 snímků náhodně vybraných zkušebních těles. Výsledky vyhodnocení programem FC 2.0 jsou uvedeny v tabulce 2.

Posouzení rovnoměrnosti rozptýlení výztuže v příčném průřezu bylo prováděno tzv. Studentovým testem [2], přičemž nulová hypotéza předpokládala nulový rozdíl středních hodnot obsahu výztuže ve středu a na okrajích průřezu.

Pro testování experimentálních dat byly zvoleny dvě hladiny významnosti testu ($\alpha = 0,05$ a $0,01$). Mohou tedy nastat tři případy (t je pozorovaná hodnota testové statistiky, \bar{W}_α je obor nezamítnutí na hladině významnosti α a $t_{1-\alpha/2}$ je příslušný kvantil Studentova rozdělení pravděpodobnosti):

- $t \in \bar{W}_{0,05} = \langle -t_{0,975}; t_{0,975} \rangle$: Rozptýlení výztuže v příčném průřezu lze považovat za **rovnoměrné**.
- $t \notin \bar{W}_{0,05} = \langle -t_{0,975}; t_{0,975} \rangle \wedge t \in \bar{W}_{0,01} = \langle -t_{0,995}; t_{0,995} \rangle$: Rozptýlení výztuže v příčném průřezu je **mírně nerovnoměrné**. Je potřeba určit příčiny a případně zjednat nápravu.
- $t \notin \bar{W}_{0,01} = \langle -t_{0,995}; t_{0,995} \rangle$: Rozptýlení výztuže v příčném průřezu je **nerovnoměrné**. Je potřeba určit příčiny a případně zjednat nápravu.

Tab. 2: Popisné charakteristiky obsahu výztuže v různých částech příčného průřezu

Charakteristika	Oblast příčného průřezu	
	Okraje	Střed
Průměr	10,15	6,65
Rozptyl	2,57	3,13
Sm. odchylka	1,64	1,81
Variační koef.	0,16	0,27

Závěr

Z provedených statistických testů vyplývá, že rozptýlení výztuže v příčném průřezu u sledovaných extrudovaných materiálů je nerovnoměrné. Hodnoty obsahu stanovené ve střední oblasti průřezu vykazují statisticky významně nižší hodnoty než na jeho okrajích. Tyto odchylky mají pravděpodobně příčinu v procesu výroby sledovaných materiálů.

Příspěvek byl zpracován díky podpoře projektu MŠMT č.: 1M06005 (CIVAK).

Literatura

- [1] MARTÍŠEK, D. *Matematické principy grafických systémů*, Brno: Littera, 2002. 297 s. ISBN 80-85763-19-2.
- [2] KARPÍŠEK, Z. *Matematika IV: Statistika a pravděpodobnost*. Brno: CERM, 2003. ISBN 80-214-2522-9.