

Využití stranově vyzařujících optických vláken pro zvýraznění objektů

Dana Křemenáková¹, Jiří Militký¹, Vít Lédl²

¹ *Fakulta textilní, Katedra materiálového inženýrství, Studentská 2, Technická Univerzita v Liberci, 461 17 Česká republika*

² *Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií, Ústav řízení systémů a spolehlivosti, Studentská 2, Technická Univerzita v Liberci, 461 17 Česká republika*

V současné době je jedním ze závažných problémů dopravy zajištění bezpečnosti účastníků silničního provozu. Statistiky dopravních nehod a úmrtí na silnicích jsou alarmující. Velké problémy nastávají zejména v zimním období, kdy je v ranní i večerní dopravní špičce snížená viditelnost (tzv. pološero až tma). Nelze zanedbat také sníženou viditelnost z důvodů smogové situace.

Základním problémem je nejen viditelnost charakterizující přítomnost, ale zejména rozlišitelnost související s reálným obrysem resp. tvarem účastníků silničního provozu za snížené viditelnosti i na nepřehledných a rizikových místech včetně pohybu členů složek integrovaného záchranného systému. K tomu je třeba zajistit rozlišitelnost všech účastníků silničního provozu, kteří nejsou charakterizováni svým obrysem. Kritickou skupinu tvoří děti, chodci, cyklisté, záchranáři, pracovníci na silnicích, vozíčkáři, lidé s kočárky a další.

V současné době se ke zvýšení viditelnosti používají retroreflexivní (reflexní) bezpečnostní prvky, které jsou často součástí oděvu i bot. Tyto prvky lze využít také jako samostatné pásky nebo nažehlovací a nalepovací prvky, které je možno umístit jak na oblečení, tak i na příslušenství (batožiny, kabelky, kola, kočárky, invalidní vozíky, atd.). Tyto retroreflexivní textilie zviditelní osoby či předměty jen při přímém osvětlení na omezenou vzdálenost. Pokud nedojde k přímému osvětlení jsou tyto materiály nefunkční, např. osoba jdoucí po okraji vozovky v zatáčce není vidět. Retroreflexivní textilie je možné kombinovat se světlo emitujícími diodami (LED), které svítí nebo blikají v různých intervalech. Základní nevýhodou uvedených řešení je obtížnost zvýraznění reálného obrysu osob a předmětů, a také omezená možnost kompatibility s textilní strukturou.

Jako komplexně nejvýhodnější se jeví použití polymerních optických vláken (POF), které mají řadu vlastností podobných klasickým textilním vláknům (např. ohebnost) a lze je přímo zabudovat do textilních struktur. POF tak mohou jednoduše zvýraznit reálný obrys všech složek silničního provozu (osoby, předměty).

Pro konstrukci struktur zabudovaných do oděvních textilií, které umožňují identifikaci objektu za podmínek snížené viditelnosti je tedy obecně možné použít tři různých přístupů:

- A. Využití **retroreflexivních prvků**, které jsou typickým představitelem **pasivních** bezpečnostních textilií. Tyto prvky jsou obvykle jednoduše aplikovatelné ve formě pásek, zátěrů nebo speciálních barviv. Nevyžadují externí zdroj energie a jsou relativně stabilní v podmínkách používání. Výhodou je, že retroreflexe je plošná, takže zobrazuje vybrané části objektu. Na druhou stranu obvykle neumožňuje zobrazení obrysu objektu, což může negativně ovlivnit rozhodování o jejich skutečné velikosti. Tato nevýhoda se kompenzuje předepsaným umístěním těchto prvků např. na oděvech. Základním omezením je to, že bez externího osvětlení nefungují (retroreflexe se neprojeví). To znamená, že poskytují informaci o daném objektu jen za vybraných



podmínek a v řadě praktických situací, kdy nedochází k přímému osvětlení jsou neúčinné. To je např. z hlediska využití pro identifikaci osob v silničním provozu nebezpečné, protože nositelé těchto prvků jsou přesvědčeni o své „viditelnosti“ a jejich reakce v silničním provozu jsou pak často neadekvátní.

- B. Využití **prvků obsahujících bodové zdroje světelného záření**, které patří do skupiny **aktivních** bezpečnostních textilií. Představitelem zdrojů světelného záření jsou zde světlo emitující diody LED resp. organické LED. Pro zajištění funkce je zde třeba řešit napájení, takže jejich působení je časově omezené (je třeba zajistit jejich dobíjení). Jde o typické bodové zdroje, kde intenzita záření rychle klesá (s druhou mocninou vzdálenosti od zdroje). Výhodou je, že reflexe nezávisí na podmínkách osvětlení a tyto zdroje fungují i za tmy. Problém je, že jsou heterogenním prvkem v textilních strukturách, který je citlivý na mechanické namáhání a působení vlivu okolí (vlhkost, UV záření). Jednou ze základních nevýhod je, že nezobrazují přímo obrys a jako bodové zdroje zvyšují nebezpečí špatné interpretace rozměrů objektu. Pole složené z LED zdrojů záření mohou tuto nevýhodu odstranit za cenu podstatného zhoršení vlastností oděvních textilií a extrémního zvýšení ceny. Jako přímé zdroje světla mohou také způsobit např. oslnění ostatních účastníků silničního provozu. Výhodné je využití těchto prvků pro design speciálních „ozdobných“ prvků v oděvních textiliích, které nejsou primárně určeny pro zvýraznění objektu.
- C. Využití **prvků obsahujících vláknové (liniové) zdroje světelného záření**, které také patří do skupiny **aktivních** bezpečnostních textilií. Představitelem zdrojů světelného záření jsou zde stranově vyzařující polymerní optická vlákna, kde je část světelných paprsků vyzářena povrchem. Je možné také modifikovat standardní koncově svítící optická vlákna zajišťující emisi z jejich povrchu (porušení obalu vláken, mikro ohyby v textilní struktuře, heterogenní prvky – částice v jádře). Pro zajištění funkce je zde třeba řešit upevnění konců ke zdroji světla (LED) a vhodné napájení. To časově omezuje jejich působení od několika hodin (obvykle více než 4 za kontinuálního osvětlení) až po několik dní. Je třeba zajistit také jejich vhodné dobíjení. Jde o typické liniové zdroje kde intenzita záření klesá obvykle pomaleji (přibližně s první mocninou vzdálenosti od zdroje). Reálná pracovní délka vlákna se pohybuje do 5 m v závislosti na tloušťce vlákna a intenzitě zdroje. Zlepšení lze docílit oboustranným osvětlením nebo patentovaným (TUL) použitím reflexní plochy na konci vlákna, který není nasvětlován. Reálná viditelnost objektu za tmy je do 1500 m. Výhodou je, že reflexe nezávisí na podmínkách osvětlení a funguje i bez přítomnosti externího zdroje světla (typicky světlomety vozů). Při jejich úplném zabudování do textilie (patent autorů z TU Liberec a STAP Vilémov) dochází k jejich přirozené ochraně proti vlivům okolí (UV záření), prakticky se eliminuje oslnění ostatních účastníků silničního provozu a lze použít reflexních barviv pro zvýraznění emise světla a jednoduché docílení barevných efektů. Polymerní optická vlákna mají podobné chování jako klasická vlákna, takže nejsou citlivá na mechanické namáhání při jejich běžném použití (lze je např. opakovaně ohýbat). Jsou bez problému zabudovatelná do textilních struktur a obecně nevyžadují speciální manipulaci. Odolávají běžnému vlivu okolí (vlhkost, UV záření) a lze je ošetřovat standardními postupy dle předepsaných ošetřovacích symbolů. Jednou ze základních výhod je, že mohou přirozeně zobrazit přímo obrys objektu a výrazně snižují nebezpečí špatné interpretace jeho rozměru. Jejich využití sahá od oděvních textilií, přes bezpečnostní osvětlovací systémy (obrys aut, identifikace otevřených dveří u aut ve tmě, omezení na silnicích) až po vymezení hranic (parkoviště, překážky, konce kobereců, schody atd.). Zabudování polymerních



stranově vyzařujících optických vláken do textilních struktur tak, aby byla plně chráněna textilní vrstvou se projeví také zvýšením komfortu při nošení.

Je patrné, že pro reálné zajištění bezpečnosti účastníků silničního provozu (chodci, cyklisté atd.) jsou řešení založená na pasivních retroreflexivních prvcích jen velmi omezeně vhodná a mohou být i zdrojem vážných problémů (pokud je nositel přesvědčen o své dobré „viditelnosti“). Stranově vyzařující optická vlákna zabudovaná vhodně do textilních struktur podle původní metody (jak chráněný užitečný vzor, tak i český a mezinárodní patent v řízení) se jeví jako vhodná varianta. Cenově zde dojde k navýšení o cca 75 až 100 Kč na metr délky textilie s optickým vláknem a o cca 75 až 350 Kč na osvit (podle jeho funkcí). Tyto ceny jsou pouze orientační a zejména v masové integraci do oděvních textilií mohou být sníženy. Výhodou je také možnost jednoduchého zviditelnění např. obrysu kol, kočárků, školních tašek, batohů kabelek, silničních značek a jiných objektů. Typická ověřená řešení, které jsou již jako prototypy k dispozici, jsou kabelka, školní brašna, batoh, ledvinka, bunda, ochranná vesta, kočárek, obojek pro psa a cyklistické kolo – viz prezentace.

Při aplikacích stranově vyzařujících optických vláken v textiliích lze také s výhodou využít jejich kombinaci s pasivními retroreflexivními prvky resp. fluorescenčními a fosforescenčními barvivy. Samostatnou oblastí aplikací mohou být různé barevné efekty související s designem, tvorbou tzv. emočních textilií charakterizujících mentální stav resp. pocity nositelů a textilií jako informačních systémů.

