4M SYSTEMS a.s.

FUNKČNÍ VZOREK

Funkční vzorek kompozitního balistického a protiprůpichového materiálu

FW01010463-V1

Autor:

Bc. Martin Žižka, (4M SYSTEMS a.s.)
Bc. Radek Duchek (4M SYSTEMS a.s.)
Ing. Patrik Kutílek (ČVUT v Praze)
Bc. Ján Hýbl (ČVUT v Praze)
Ing. Slávka Čubanová (ČVUT v Praze)
Ing. Petr Volf (ČVUT v Praze)

Číslo projektu: FW01010463

Identifikační číslo výsledku: FW01010463-V1

Typ výsledku: Gfunk - Funkční vzorek

Odpovědný pracovník: Bc. Martin Žižka, (4M SYSTEMS a.s.)

PRAHA, PROSINEC 2020

Jazyk výsledku: CZE

Hlavní obor: JI - Kompositní materiály

Uplatněn: ANO

Název výsledku česky:
Funkční vzorek kompozitního balistického a protiprůpichového materiálu

Název výsledku anglicky:
Functional sample of composite ballistic and anti-puncture material

Popis výstupu/výsledku z návrhu projektu TJ02000036 TAČR TREND1:
Funkční vzorek, který umožní speciálním strukturálním uspořádáním kompozitního materiálu balistickou a protiprůpichovou ochranu segmentů těla. Bude charakteristický lehkou konstrukcí a nízkou plošnou hmotností struktury umožňující komfortní nošení na trupu pod oděvy. Materiál umožní ochranu v nejexponovanějších směrech zatížení během útoku nožem a střelnou zbraní. Případně bude splňovat další požadavky, které vyplynou ze souběžných etap projektu jakým je design vložky tvořené materiálem.

Abstrakt k výsledku česky:
Funkční vzorek kompozitního balistického a protiprůpichového materiálu umožňuje speciálním testovaným strukturálním uspořádáním kompozitního materiálu balistickou a protiprůpichovou ochranu segmentů těla. Je charakteristický lehkou konstrukcí a nízkou plošnou hmotností struktury umožňující komfortní nošení na trupu pod oděvy. Funkční vzorek umožňuje ochranu v nejexponovanějších směrech zatížení během útoku nožem a střelnou zbraní.

Abstrakt k výsledku anglicky:
The functional sample of the composite ballistic and anti-puncture material enables the ballistic and anti-puncture protection of the body segments with a special tested structural arrangement of the composite material. It is characterized by a light construction and low basis weight of the structure allowing comfortable wearing on the torso under clothing. The functional pattern allows protection in the most exposed directions of loading during a knife and firearm attack.

Klíčová slova česky:
kompozitní materiál, balistická ochrana, protiprůpichová ochrana, útok nožem

Klíčová slova anglicky:
composite material, ballistic protection, anti-puncture protection, knife attack

Vlastník výsledku:
4M SYSTEMS a.s. - 85%,
České vysoké učení technické v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství - 15%,

Lokalizace: 4M SYSTEMS a.s.

Licence: Ne

Licenční poplatek: Ne

Ekonomické parametry:
Aplikační garant tj. komerční řešitel přenese funkční vzorek do praxe. V rámci projektu získaný funkční vzorek je optimalizován a testován v rámci certifikace. Na základě tohoto vývoje upravil navrženou materiálovou strukturu, která bude dále využívat v rámci komercializace do praxe. Díky tomu bude moci rozšířit své nabízené produkty a tedy i zvýšit počet zákazníků. V souladu s cílem projektu vznikla původní a unikátní materiálová struktura pro zvýšení ochrany osob před útoky nožem a střelnou zbraní. Materiál bude využitelný bezpečnostními institucemi a širokou veřejností. Materiál bude využívat nových užitných vlastností s využitím nových poznatků v oblasti pokročilých materiálů pro konkurenceschopnost, což povede ke zvýšení bezpečnosti ve společnosti. Ekonomické přínosy vyplývají z aplikace nového materiálu v praxi jako ochranného prostředku, což vede ke snížení nákladů na ve zdravotnictví a dalších relevantních oborech.

Kategorie nákladů: výše nákladů ≤ 5 mil. Kč.

Popis funkčního vzorku

Funkční vzorek kompozitního balistického a protiprůpichového materiálu byl vyvinut v rámci projektu FW01010463 TAČR TREND1 v rámci spolupráce mezi Českým vysokým učením technickým v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství (IČO 68407700) a 4M SYSTEMS a.s. (IČO 03670091).

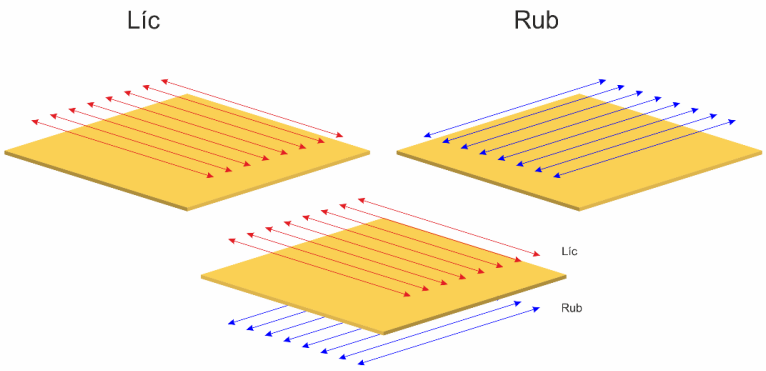
Vzorek vyvinutého kompozitního balistického materiálu a protiprůpichového materiálu je tvořen základním kompozitním plošným materiálem, z produkce významného výrobce a vývojáře balistických materiálů, americké firmy Honeywell.

Z několika typů plošných materiálů vykazuje nejlepší výsledky materiál Gold Shield® GN-2115, který je vybrán jako základní materiál pro realizaci struktury funkčního vzorku. Základ tohoto plošného materiálu je vyroben z aramidových vláken, která jsou předem impregnována v pryskyřičné matrici. Tato jednosměrná aramidová vlákna jsou válcována do plošné sktruktury, přičemž jejich vzájemná úhlová orientace činí 0 ° / 90 °. Celková plošná hmotnost tohoto materiálu činí 101-113 gramů na metr čtvereční. Aramidové vlákno, známé mezi laickou veřejností spíše pod obchodním názvem Kevlar ®, má pro protiprůpichovou a balistickou ochrana vynikající vlastnosti již v základu, mnohem lepší než například ocel a podobně. Relativní hustota vláken je 1,44 g/m ³ a tažná pevnost vláken je 20-21 cN/dtex. Jeho schopnost zastavit vysokou rychlostí letící malý předmět, v tomto případě střely, je vysoká. Jiné je to u požadavku na zastavení nižší rychlostí se pohybujícího ocelového nože, který svým hrotem odděluje jednotlivá vlákna od sebe a proniká mezi jejich strukturu, dokud není veškerá jeho energie pohlcena a nedojde k zastavení nože. V tomto případě je materiál využit jako základ pro tvorbu nového vzorku. Díky vysoké pevnosti a průtažnosti para-aramidových vláken je možné zastavit jak střelu tak částečně nůž.

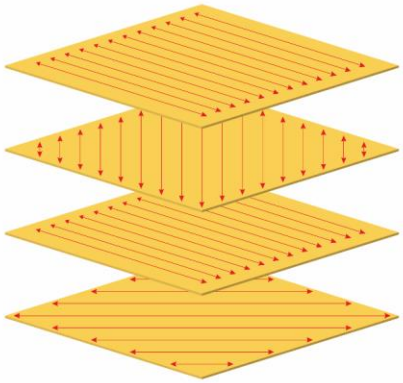
Hlavním záměrem vývoje bylo využít výše zmíněné vlastnosti para-aramidových vláken. Jejich způsob orientace a počet vrstev zásadním způsobem ovlivňuje vlastnosti konečné balisticko-protiprůpichové struktury, která tvořit základ balistické vložky a je přímo použitelná jednotlivci pro osobní ochranu.

Vhodné úhlové uspořádání para-aramidových vláken plošného materiálu GN-2115 způsobuje velkou energetickou ztrátu pro pronikající čepel zkušebního nože, proto byl tento poznatek využit při modelaci a konstrukci výrobně a uživatelsky optimalizované struktury a skladby materiálu při vrstvení. Plošný materiál je otáčen během vrstvení o 45° vždy vpravo a vlevo, na jednu strunu

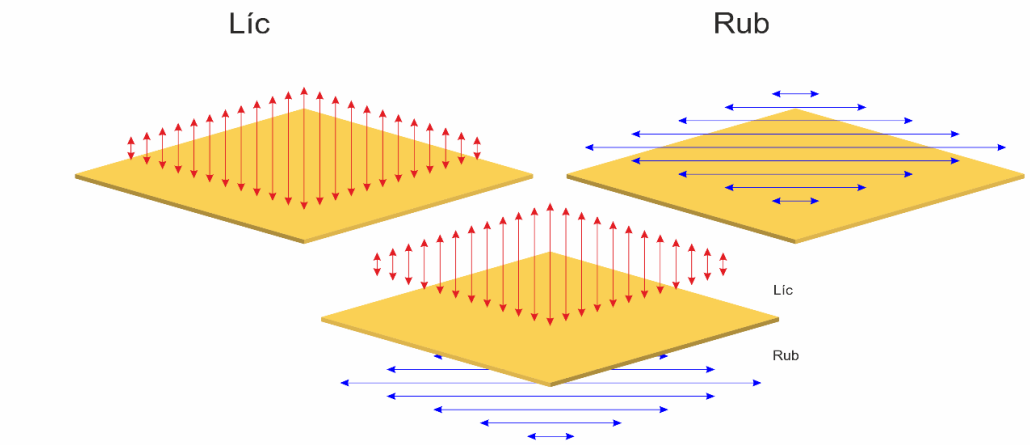
od středové osy. Mezi jednotlivé, takto otáčené vrstvy se vkládá vždy jedna vrstva plošného materiálu vždy v 0°.
Tímto šroubovicovým uspořádáním jednotlivých vrstev plošného materiálu vznikne velmi hustá síť vzájemně křížených para-aramidových vláken. Takto vzniklá struktura má velmi dobrý zastavující účinek pro střely a zejména pro ostré čepele nožů, a to vše při relativně velmi nízké plošné hmotnosti celého vrstveného materiálu. Způsob uspořádání jednotlivých vrstev plošného materiálu a úhlové směřování jednotlivých para-aramidových vláken ukazuje obrázek č.1.



Obr. 1: Schéma uspořádání jednotlivých para-aramidových vláken



Obr. 2: Šroubovicová struktura uspořádání kompozitního materiálu ve vrstvení



Obr.3: Úhlová směrování para-aramidových vláken v šroubovicové struktuře v úhlu 45 °

Vytvořená nová struktura je celkově monolitická, je tvořena pouze jedním typem vhodně uspořádaným materiálem. To je velice výhodné z výrobního a logistického hlediska, kde se dá dosáhnout velké finanční úspory a tím si zvýšit konkurence schopnost na trhu.
Pro balistickou a protiprůpichovou odolnost kompozitního vrstveného materiálu byla stanovena hodnota pro balistickou odolnost dle americké normy NIJ 0101.04, úroveň IIIA, tedy zastavovací účinek pro střely 9mm FMJ RN, váha střely 8,2g a rychlost 436m/s a střely 44. Mag JHP o váze 15,6g a rychlosti 436m/s. Pro protiprůpichovou odolnost dle britské normy CAST 2017 pro úroveň odolnosti KR1(24J)/SP1(24J). Konstrukce vrstvení neobsahuje žádné výrobně náročné prošívání kompozitního materiálu, všechny vrstvy balistického materiálu jsou pouze volně vhodně ložené v několika vrstvách, pro výše stanovené odolnosti je počet vrstev zvolen 60 a jsou zatavené do voděodolného textilního materiálu, který zabraňuje pronikání slunečního ultrafialového záření, vody a prachu čímž jsou jednotlivé vrstvy balistického materiálu udržovány v dobrém stavu po celou dobu své garantované životnosti.