



A400P06CQCW9

Oponent: Prof. Ing. Františka Pešlová, Ph.D,

Oponentský posudek pro habilitační práci:

„Možnosti zvýšení užitných vlastností balistických ochran“

Plk. gšt. Ing. Vlastimila Neumanna, Ph.D,

Z Univerzity obrany, Brno, Fakulty vojenských technologií,

Oboru: Strojírenské materiály a technologie

Předložená habilitační práce zapadá do odborné problematiky vědy a výzkumu pro praktické využití ve vojenské technice.

Habilitační práce tvoří komplexní odborný soubor poznatků z uvedeného zaměření, sledující vývoj ochrany vůči střelám od dávné minulosti až po současnou dobu, kdy je třeba věnovat pozornost už *balistické* ochraně vůči vyvinutým střelám na vysoké aktivní úrovni.

V uvedené práci se jedná o aktuální zaměření habilitanta, jak uvádí název, „*Možnosti zvýšení užitných vlastností balistických ochran*“ konkrétně, specifikované na pancéřové systémy. Vzhledem na náročnost řešené problematiky musel pan plk. gšt. Ing. Vlastimil Neumann, Ph.D, uplatnit poznatky z oborů, *Materiálového inženýrství, Strojírenské technologie, Moderních materiálů a technologií, Degradčních procesů* a jejich aplikaci pro vojenskou techniku. Habilitační práce představuje zvládnutí základních a náročných podmínek, při kterých dochází k materiálovým změnám vyúsťujících v degradaci a vedoucí až k likvidaci technických a vojenských objektů.

Lze konstatovat, že pan plk. gšt. Ing. Vlastimil Neumann, Ph.D, na základě odborných metod využívaných v technice, využívá tyto poznatky pro svůj vědní obor, hlavně z pohledu aplikačního. Poukazuje na to, že k poznání průběhu degradačních procesů je nutné vycházet ze základního stavu struktury, která je popsána fyzikálními zákony materiálu. Dále je z předložené práce patrný komplexní přístup habilitanta k řešení technicko-vojenských problémů, které musí brát v úvahu modely chování materiálů, popisující závislosti mezi vnějším působením na materiál a jeho odezvou na mikroúrovni, přičemž charakter odezvy bude záviset na materiálových vlastnostech. Tyto podmiňující parametry jsou velmi důležité při návrhu nových materiálů (technologií), renovací a predikci chování prvků vojenské techniky, která nesmí v kritických zátěžích selhat.

Umět navrhnout a vybrat materiál takových vlastností (za předpokladu max. odolnosti proti balistickým střelám) a chování, které zajistí funkčnost vojenského objektu po celou dobu jeho náročného technického života je klíčové a velice podstatné.

Vzhledem k tomu, že pancířová ochrana má stále důležité místo ve vojenské obraně, je nutné věnovat pozornost nejen novým materiálům a technologiím

UNIV

Došlo: 24.1.2024

2

EJ. MO 64836/2024-2994 -17-

výroby, ale i konstrukčnímu charakteru pancířového prvku. Dále s dodržením toho, co ve vojenské technice s ohledem na mobilitu platí, aby kvalitní konstrukční, vojenské prvky měly co nejnižší hmotnost. Lze konstatovat, že předložená habilitační práce z těchto parametrů vycházela.

V úvodních kapitolách habilitant provedl přehledné členění bojové techniky se všemi atributy, které doplňují vozidla jak z pohledu obrany a mobility, tak i kvalitativních požadavků. V práci je věnovaná pozornost mobilitě bojové techniky, kde je studována její funkce s ohledem na podmínky okolí, konstrukční stabilitu, strategickou pohotovost a logistické zabezpečení. Habilitant zdůrazňuje aplikační schopnosti konstrukčních prvků bojové techniky, které musí podléhat bezpečnostním protokolům a zároveň koexistovat v interakci s použitými materiály, které tvoří základní strukturní skladbu pancířových ochran. Na základě vstupních parametrů a současné úrovně poznání si habilitant stanovil poměrně náročné cíle práce.

Ve stručnosti je možné tyto *dílčí cíle* vymezit a shrnout do hlavního cíle habilitační práce: návrh čelní dopadové strany pancíře tak, aby byla zajištěna destabilizace střely po nárazu na překážku, např. tepelným zpracováním ocelí, kombinací materiálů vytvářející nové kompozity, zvýšením tvrdosti povrchu apod. čímž se dosáhne lepší zastavující účinek střely. S pokračováním do návrhu a ověření konstrukce vnitřní struktury pancíře kompozitního materiálu a aditivně vytvořené struktury. Toto vše s ohledem na snížení hmotnosti pancíře a dosažení balistické odolnosti srovnatelné s reprezentujícím kovovým pancířem ARMOX 600T.

Nejdůležitější kapitola čtvrtá, ve své úvodní části vychází ze základních požadavků (z účinků střel), kladených na pancíře, z kterých je nutno vycházet při budoucím návrhu a výrobě materiálů. Vzhledem k tomu, že se jedná o vysoké měrné tlaky, deformační energie a teploty od nárazů střel, je zásadní předpoklad, že navržený materiál musí být tvrdý, houževnatý, odolný vůči vysokým teplotám se zachováním svých užitných vlastností, musí mít schopnost absorbovat případnou radiaci a být odolný proti kinetické energii, kterou vyvine dopadající balistická střela. Habilitant zdůrazňuje ve své práci, co se bude vyžadovat od nového materiálu použitého na výrobu ochranného pancíře: aby měl nízký poměr hmotnosti vůči ochranné ploše, zachoval si stanovenou životnost, výrobitelnost a to vše při nízké ekonomické náročnosti. Zároveň neopomněl, že stanovené parametry musí odpovídat podle účinků zbraní třem úrovním (ochrany proti střelám, granátům a IED-improvizovaným střelným zbraním) s respektováním norem NATO STANAG 45G, AEP-55.

V experimentální části práce mohu vyzvednout plánování jednotlivých postupů, které zahrnují bližší zkoumání materiálu z pohledu mikrostruktur, které dokumentují charakter změny daného materiálu po *tepelném zpracování*, od sorbitické mikrostruktury, přes martenzitickou s uvažováním změny velikosti martenzitických jehlic a výskytu zbytkového austenitu.

Povrchové úpravy, např. nitridace (fakulta habilitanta patří ke špičkovým v povrchových úpravách), kterým je v práci také věnovaná pozornost z pohledu mikrostruktur na metalograficky připravených materiálech (možná až moc velká mikroskopická fotodokumentace). Z daného zkoumání je patrné, že zásadní změna vlastností (např. tvrdost, houževnatost, tažnost, pevnost apod.) mikrostruktury (způsobená chemickým složením, strukturním uspořádáním, deformací, tepelným nebo jiným vnějším působením) kovových materiálů v kombinaci s jinými nekovovými materiály, vede ke zvýšení odolnosti proti průstřelu balistických střel materiálu v konkrétní geometrii a uspořádání různých částí vedle sebe. U kovů platí fyzikální zákony na základě, kterých lze predikovat chování materiálů při enormní mechanické, tepelné nebo radiační zátěži, což habilitant ve svých experimentech prokázal.

Další možností, jak ing. V. Neuman, Ph.D v předložené práci uvádí, je využití *aditivních technologií* v balistických ochranách, popsanych v kap.4.6, kde je využita i počítačová podpora pro zpracování všech vstupních dat potřebných pro 3D tisk. Je zde nutné také respektovat normy ISO/ASTM 52900/2015, které tyto technologie rozděluje podle způsobu vrstvení, vytvrzování a skupenství výchozího materiálu do sedmi kategorií. Habilitant poukázal na možnosti využití *kombinace* nových (carbon, kevlar, skelné vlákno, HSH například s čistými kovy nebo jejich slitinami) a klasických materiálů. Tyto materiály s vláknovou geometrií dosahují výborné vlastnosti, které lze využít i v balistické ochraně. Kombinace různých materiálů ve specifickém uspořádání, vede ke vzniku speciálních kompozitů s výraznými vlastnostmi (str.123 až str.127).

Volba nové přesné technologie *výroby CS* (např. nástřiků Ti nebo Ti slitin,) ukazuje možnost využití kompozitních materiálů vyrobených tzv. na „míru“, která se rozvíjí podle vstupu slitin takových prvků, které dávají možnost získání specifických vlastností hotových objektů.

Závěrečná kapitola (od str. 142) shrnuje všechny získané poznatky z experimentů a prokazuje, že stanovené cíle habilitační práce byly splněny v plném rozsahu.

Zhodnocením získaných zkušebních materiálů s použitím různých technologií, se ukázala jako nejlepší varianta (po balistických střeleckých experimentech), jednostranná nitridace HARDOXU 450 vedoucí ke zvýšení povrchové tvrdosti kovového pancíře. Další cíl byl splněný na základě získaného poznatku z experimentu, kde se ukázalo, že budoucnost bude ve využití vláken (v daném případě na bázi UHMWPE), z hlediska velké pevnosti, odolnosti vůči průstřelu s nižší hmotností. Z technologií byl vybrán voštinový materiál, který tím, že změnil výrazně svou geometrii mohl být použit do střední části vrstveného pancíře, čímž se celkově zvýšila ochrana vůči balistickým střelám. Habilitant prokázal, že (vyměnitelnou) voštinovou vložkou vznikl vrstvený pancíř, který lze kvalitativně porovnat s kovovým pancířem ARMOX T600 o tl.6,5mm.

Závěrem lze konstatovat, že *nové technologie, kombinace materiálů a jejich geometrie* jsou zásadní proměnné, které se podílejí na kvalitě pancířů i do budoucna.

Úroveň řešených problémů bezprostředně souvisí s úrovní profesního odborníka, který musí vycházet ze široké poznávací databáze, z které může čerpat jak pro pedagogický proces, tak i pro vědu a výzkum. Pokud vycházím z předložených podkladů (habilitační práce, přehled publikační činnosti) mohu konstatovat, že využití poznatků **Plk. gšt. Ing. Vlastimila Neumanna, Ph.D.**, má široký záběr. Tyto poznatky pan habilitant může ve vojenské praxi využít jak z hlediska teoretického, aplikačního, pedagogického, tak i metodologického.

Je nutné mít ve vojenském zaměření špičkové odborníky, kteří budou zodpovědní, korektní a erudovaní tak, aby se na ně dalo v krizových situacích plně ve všem spolehnout.

Jsem přesvědčena, že pan **plk. gšt. Ing. Vlastimil Neumann, Ph.D.**, k takovým odborníkům a pedagogům náleží o čem svědčí jeho rozsáhlý přehled činností a angažovanosti, které do současnosti zastává a prezentuje.

Na základě, prostudování předložených materiálů, mohu pana **Plk. gšt. Ing. Vlastimila Neumanna, Ph.D.**, doporučit k přednesení habilitační odborné přednášky.

Do diskuze předkládám následující otázky:

Na jaké vzdálenosti se prováděly průstřelové zkoušky jednotlivých materiálů?

Ukázaly by změnu chování materiálu po průstřelu mikroskopické snímky v příčném směru?

Po obhájení, zodpovězení otázek a na základě paragrafu 72, ods.3, zákona č.111/1998 Sb. o VŠ doporučuji **Plk. gšt. Ing. Vlastimilu Neumannovi, Ph.D.**, udělit titul

„Docent“

V Praze dne 11.12.2023

Prof.Ing.Františka Pešlová, Ph.D