

Soubor studií ke stanovení klíčových směrů rozvoje výrobních technologií pro vojenské využití

Autoři: *Doc. Ing. Jan Lukeš, CSc., a kol., VA Brno*

Výrobní technologie představují velmi širokou problematiku stojící v základech výrobní činnosti. Bylo zpracováno celkem 16 dílčích studií, jejichž anotace je uvedena níže:

a) Dílčí studie č. 1: Zabezpečení jakosti vojenské techniky a metrologie v podmínkách AČR

Autor: *Ing. Emil Svoboda, CSc., VA Brno, K-203*

Předmětem studie je analýza metrologického zabezpečení AČR. Studie naznačuje systémové řešení problematiky metrologického zabezpečení v zemích NATO a aplikace do podmínek AČR. Za nejzávažnější problémy, které je nutno řešit považuje autor systém stanovení a specifikace technických podmínek vojenské techniky pro její výrobu, provoz a opravy a dále návaznost metrologických veličin na státy NATO.

Dále autor doporučuje průběžně zpracovávat analýzu potřeb metrologického zabezpečení AČR a provádět výzkum metod měření a stanovení charakteristik hlavních částí vojenské techniky a jejich metrologického zabezpečení.

Z časového hlediska se jedná o průběžný výzkum, který by měl být koordinovaně prováděn na odpovídajících pracovištích a ústavech AČR za spolupráce s VA v Brně.

b) Dílčí studie č. 2: Využití výpočetní techniky a simulace technologických procesů při výrobě dílců speciální techniky

Autor: *Ing. Roman Bohátka, VA Brno, K-203*

Studie uvádí velmi stručně a obecně možnost využití výpočetní techniky v přípravě výroby příp. oprav součástí vojenských objektů a uvádí příklady existujících počítačových programů pro simulaci různých procesů probíhajících při výrobním cyklu, např. simulace teplotních, napěťových a deformačních polí, struktury, vlastností aj.

Autor se v rámci doktorandského studia na VA věnuje počítačové simulaci procesů probíhajících při svařování žárovevných ocelí. Cílem je ověření shody experimentálního zjištění vlastností svarového spoje s výsledky počítačové simulace, a tím otevření možnosti predikovat vlastnosti svarových spojů pro jiné podmínky a materiály bez provádění nákladných experimentů.

Zkušenosti a podklady získané autorem by bylo účelné využít pro aplikaci a optimalizaci podmínek svařování a tím zvýšení kvality svarů ve výrobě a opravách vybraných součástí vojenské techniky.

c) Dílčí studie č. 3: Matematické modelování a predikce vlastností litých materiálů pomocí simulace a experimentálního ověřování.

Autor: Doc. Ing. Jaroslav Čech, CSc., Ústav materiálového inženýrství, VUT Brno

Ve studii je provedena analýza podstaty matematického modelování procesů k nimž dochází v materiálu při odlévání, tuhnutí a chladnutí odlitků včetně predikce struktury mechanických vlastností litého kovu.

Dále jsou popsány technologie, které umožňují podstatné zkrácení časové náročnosti složitých 3D modelů, případně nástrojů přímo z CAD/CAM dat, označované jako Rapid Prototyping, příp. i Rapid Tooling.

Autor je vedoucím pracoviště, které je plně vybavené potřebnou experimentální a počítačovou technikou pro tyto účely. Bylo by proto účelné dále rozvíjet tuto novou, moderní a velmi perspektivní technologii v přípravě výroby a oprav formou výzkumu, její aplikace i v oblasti vojenské techniky podle námětu specifikovaného ve studii.

d) Dílčí studie č. 4: Vojenské využití kompozitních materiálů s kovovou maticí

Autor: Doc. Ing. Jan Lukeš, CSc. VA Brno, K-203

Předmětem studie jsou kompozitní materiály s kovovou maticí z lehkých slitin a částicovou výtuhou. Studie uvádí základní způsoby jejich výroby a příklady využití pro některé součásti a pancéřování vojenské techniky, kde požití kompozitů přináší značné zvýšení užitečných vlastností dílců.

V ČR se dosud této technologii nevěnuje pozornost odpovídající jejímu významu. Ve studii jsou uvedeny náměty výzkumu a vývoje ve prospěch obrany státu. V časovém horizontu do tří let by se mohlo jednat o zpracování analýzy současného stavu a možností vojenské aplikace a dále, o laboratorní ověření některých metod výroby a vlastností těchto kompozitů. V delším časovém horizontu (asi 5 let) by mohlo dojít k provoznímu ověření výroby vybraného dílce a sledování jeho vlastností při provozu techniky.

Potenciál výzkumných možností existuje na K-203 VA v Brně ve spolupráci se slévarenským odborem Ústavu materiálového inženýrství VUT Brno.

e) Dílčí studie č. 5: Využití odstředivého lití pro výrobu dělových a minometných hlavních a ručních protitankových hlavních

Autor: Doc. Ing. Karel Klobása, CSc., Královopolská strojírna, a.s. Brno

Autor se na svém pracovišti věnuje technologii horizontálního odstředivého lití ocelových trub a vývoji oteruvzdorných slitin. Na základě dlouholetých zkušeností doporučuje zařadit do výzkumu ve prospěch AČR ověření odstředivého lití některých hlavních, včetně aplikace oteruvzdorných ocelí. Odstředivé lití by rovněž umožňovalo zhotovení bimetalové hlavně, kde vnitřní vrstva by byla tvořena oteruvzdornou ocelí.

Návrh autora je velmi zajímavý a vzhledem k tomu, že výzkumný potenciál je v podstatě k dispozici, mohl by být realizován. Náhrada klasické technologie, tj. kování, chronologií odstředivého lití by mohla přinést značné úspory a zkrácení doby výroby. Autor předpokládá provedení výzkumu a realizace odstředivého lití v časovém

horizontu asi 6 let. Nositelem výzkumu by mohla být VA v Brně ve spolupráci s KPS, a.s. Brno.

f) Dílčí studie č. 6: Ovlivňování balistické odolnosti odlévané pancéřové ochrany

Autor: *Doc. Ing. Karel Klobása, CSc., Královopolská strojírna, a.s. Brno*

Autor řešil ovlivňování balistické odolnosti lité pancéřové ochrany (litých tankových věží) v letech 1977 až 1984 na VA v Brně metodou suspenzního lití, tj. vnášením tuhých částic FeW do taveniny a studie ve stručnosti shrnuje dosažené výsledky. Experimentálně bylo prokázáno, že ovlivněním litých ocelových desek o rozměrech 250 x 170 x 45 mm, vnesením 3,5 % FeW částic o zrnitosti 0,8 mm při odlévání desky bylo dosaženo zvýšení balistické odolnosti o 39,4 %. Zvyšování balistické odolnosti pancéřové ochrany považuje autor za jeden z nejdůležitějších úkolů obranného výzkumu. Autor předpokládá, že řešení úkolu by vyžadovalo období okolo 3 let. Jako řešitel by přicházela v úvahu příslušná pracoviště VA v Brně, KPS, a.s. Brno, VTÚO Brno a VTÚPV Vyškov.

g) Dílčí studie č. 7: Izotermické a superplastické tváření

Autor: *Doc. Ing. Zdeněk Lidmila, CSc., VA Brno, K-203*

Předmětem studie je analýza možností a stavu využití izotermického a superplastického tváření jež představuje základní technologie při zpracování speciálních materiálů (Al, Ti, Ni-slitiny, keramika a intermetalika), které nacházejí uplatnění v konstrukci letadel a raket. Uvedené technologie jsou využívány světovými výrobci řadu let, avšak tuzemské poznatky jsou na nízké úrovni a praktická aplikace neexistuje.

Bylo by žádoucí věnovat těmto technologiím pozornost a pro jejich výzkum vytvořit řešitelské kolektivy za účasti výrobců letecké techniky, vysokých škol, ústavů a ČAV.

V krátkodobém časovém horizontu autor doporučuje se nejprve zaměřit na oblasti, ve kterých jsou technologie ve světě využívány, tj. na superplastické chování nízkoteplotních Al-slitin užívaných v konstrukci draku a na výzkum podmínek izotermického chování Al, Ti a Ni-slitin.

h) Dílčí studie č. 8: Difúzní svařování

Autor: *Doc. Ing. Tomáš Kopřiva, CSc.*

Studie pojednává o podstatě a současném stavu difúzního svařování, jako technologie spojování některých dílců ve výrobě letadel, spojování kompozitních materiálů, aj. Aplikace této technologie vede ke snížení nákladů, zvýšení produktivity, zvýšení kvality a spolehlivosti spoje a umožňuje použití nových konstrukčních přístupů.

Zavádění této technologie vyžaduje výzkum a ověření podmínek difúzního svařování nejprve v laboratorním měřítku na různých materiálech a za různých podmínek. Autor navrhl v minulosti experimentální svařovací zařízení pro difúzní svařování jež by po realizaci mohlo sloužit pro experimentální činnost v rámci krátkodobého výzkumu.

ch) Dílčí studie č. 9: Perspektivní oblasti použití tvrdonávaru ve výrobě a opravárenství vojenské techniky.

Autoři: Ing. Václav Kovář, VTÚO Brno, doc. Ing. Ladislav Daněk, CSc., VA Brno, K-203

Studie pojednává o možnostech zvyšování životnosti a spolehlivosti součástí vojenské techniky metodou návarů tvrdých materiálů na funkční plochy a dále o zvyšování střelecké odolnosti svarových spojů. Uvádí příklady vhodných typů přídavných materiálů a příklady aplikačních technologií a postupů.

Problematika navařování je velmi komplexní a její efektivní využití vyžaduje soustavně sledování a výzkum. V krátkodobém časovém horizontu lze řešit technologie navařování konkrétních součástí podle požadavku a výsledku provozu vojenské techniky.

Řešení problematiky zvyšování střelecké odolnosti svarových spojů, jež má pro vojenskou techniku mimořádný význam, vyžaduje vzhledem k své rozsáhlosti delší období. Jednalo by se např. o zpracování normativů, technických podmínek, norem a podobně pro vytváření gradientních svarů pro jednotlivé typy uzlů.

Výzkum, vývoj a ověřování návarů a gradientních svarů může provádět katedra na níž autor působí ve spolupráci s VTÚO Brno.

i) Dílčí studie 10: Technologie žárových nástřiků

Autor: Doc. Ing. Ladislav Daněk, CSc., VA Brno, K-203

Studie pojednává o volbě optimální technologie žárového stříkání kovů, kterým lze snadno vytvořit požadované vlastnosti funkčního povrchu součásti, a tím zvýšit její užité vlastnosti a v konečném důsledku spolehlivost a životnost techniky. Dále jsou uvedeny příklady aplikace žárových nástřiků na některé součásti techniky.

Tuto technologii je třeba neustále odborně sledovat a vyvíjet způsoby a postupy aplikace na další objekty a součásti vojenské techniky.

Metody a postupy zvyšování užitečných vlastností, zejména životnosti konkrétních součástí lze řešit v krátkém časovém horizontu (do 3 let). Výzkumný potenciál, který lze pro tento úkol využít existuje na K-203 v Brně, na níž autor pracuje a tomuto oboru se dlouhodobě věnuje ve spolupráci s VTÚO Brno, se kterým autor úzce spolupracuje.

j) Dílčí studie č. 11: Výroba zbraní ekologickými technologiemi

Autor: Doc. Ing. Josef Ondra, CSc., VA Brno, K-203

Předmětem studie je rozbor současného stavu obrábění za sucha, resp. s redukováním množstvím řezné kapaliny ve světě i v ČR se zaměřením na zbrojní výrobu. Další zvyšování efektivnosti výroby zbraní bezprostředně souvisí s možností odstranění řezných kapalin z výrobního procesu. V současné době jsou v ČR zcela neřešené praktické problémy obrábění speciálních materiálů uvedenou technologií, zejména ve vztahu k trvanlivosti nástrojů a jakosti součástí zbraní.

Pro potřeby AČR je technologie suchého obrábění využitelná u výroby součástí zbraní a resp. vojenské dopravní a manipulační techniky. Odstraněním řezných kapalin lze očekávat úsporu výrobních nákladů a zlepšení ekologických dopadů zbrojní produkce.

Výzkumný potenciál tj. potřebné základní a přístrojové vybavení včetně nezbytného personálního zázemí existuje na VA v Brně. Náklady na řešení by se omezily pouze na provozní materiál pro zkoušky (spec. řezné nástroje a materiály, ekologické řezné kapaliny, dávkovače a rozprašovače kapaliny apod.).

Mezi dlouhodobé výzkumné úkoly doporučuje autor zařadit témata: jemné obrábění otvorů s minimálním přívodem řezného média (MMKS), včetně hlubokého vrtání a vrtání Ti-slitin s MMKS, ekologické frézování tvářených slitin Al pro stavbu letadel a suché vysokorychlostní obrábění spec. ocelí.

V krátkém časovém horizontu (do 3 let) doporučuje autor řešit výzkum suchého obrábění a obrábění s minimálním přívodem řezného média (MMKS) u soustružení a vrtání vysocepevných (hlavnových) ocelí a výzkum geometrické jakosti povrchu a vlastností povrchové vrstvy při suchém a MMKS obrábění.

k) Dílčí studie č. 12: Obrábění tvrdých a obtížně obrobitelných materiálů ve výrobě vojenské techniky

Autor: *Doc. Ing. Josef Ondra, CSc., VA Brno, K-203*

Předmětem studie je analýza možností náhrady operací broušení kalených, zušlechťených, či jinak tvrdých materiálů jiným obráběním, a to zejména soustružením frézováním, vrtáním a vyvrtáváním. Tato možnost vyplývá z vývoje nových druhů řezných materiálů, technologické podmínky jsou však velmi limitní a jejich stanovení má relativně těsné meze. V AČR nejsou dosud řešeny problémy velmi vysokého mechanického a tepelného zatížení břitu řezného nástroje při utváření třísky u tvrdého obrábění materiálu pro výrobu zbraní.

Aplikace technologie tvrdého obrábění by zvýšila produktivitu zbrojní výroby zrychlila přechod na nové konstrukce zbraní a současně snížila výrobní náklady.

Potenciál technických a personálních výzkumných možností pro řešení problémů tvrdého obrábění speciálních materiálů je na VA v Brně. Lze předpokládat spolupráci s výrobními podniky vybavenými přesnými a výkonnými NC stroji.

Mezi dlouhodobé výzkumné úkoly navrhuje autor zařadit: Hluboké vrtání tvrdých materiálů, vysokorychlostní vrtání a vystružování Ti-slitin, vývoj nových povlaků řezných nástrojů pro tvrdé a vysokorychlostní obrábění speciálních ocelí, výzkum kombinace tvrdého soustružení s dalšími technologiemi ke komplexnímu obrobení složitých součástí zbraní.

V rámci krátkodobého výzkum (do 3 let) autor doporučuje řešit tyto problémy: Náhrada broušení kalených a zušlechťených ocelí soustružením a frézováním, výzkum jakostních ukazatelů drsnosti povrchu a vlastností povrchové vrstvy při tvrdém obrábění s cílem zvýšení životnosti součástí zbraní.

l) Dílčí studie č. 13: Využití progresivních povlakových řezných nástrojů proti opotřebení

Autor: *Ing. Zdeněk Novák, VA Brno, K-203*

Předmětem studie je analýza v uplatnění povlakovaných řezných nástrojů ve výrobě a opravách vojenské techniky. Povlakování funkčních povrchů řezných nástrojů umožní podstatné zvýšení výkonu obrábění. Současný stav vývoje povlakovaných nástrojů je

- charakterizována použitím vícevrstvých povlaků. Studie obsahuje podrobný rozbor vývojových směrů v oblasti řezných nástrojů, povlakování nástrojů z hlediska základních materiálů i metod vytváření povlaků a charakteristiky současných typů povlaků. Hodnocení využitelnosti povlakovaných nástrojů je zaměřeno především na specifiku výroby voj. techniky tzn. zpracování vysoce pevných a hůře obrobitelných materiálů s požadavky na dosažení vysoké přesnosti a jakosti povrchu součástí. Širší uplatnění povlakovaných nástrojů ve vojenské výrobě předpokládá přípravu technologických podmínek jejich praktické aplikace. Navržené směry dalších prací lze v souladu s rozsahem nasazení povlakovaných nástrojů, pojmut jako úkoly krátkodobé (např. ověření řezivosti) nebo dlouhodobé (např. optimalizace řezných podmínek). Využití povlakovaných řezných nástrojů představuje reálný příspěvek k dosažení vyšší úrovně vojenské techniky.

m) Dílčí studie č. 14: Technologie lepení a tmelení při opravách techniky

Autor: Plk. Ing. Oldřich Těšík, CSc., VA Brno, K-201

Studie uvádí výhody a příklady aplikace lepení a tmelení a poukazuje na skutečnost, že v podmínkách AČR nejsou tyto technologie ve srovnání se zahraničím systémově rozvíjeny, a proto se dosud převážně používají energeticky a materiálově náročné způsoby oprav – svařování, navařování, termické náštíky.

Moderní technologie lepení a tmelení výrazným způsobem urychlují a zlevňují a zvyšují kvalitu oprav. Pro jejich rozšíření je nutno jim věnovat systematickou pozornost. Stávající výzkumný potenciál AČR je dostatečný k ověřování a zavádění praktických aplikací moderních lepidel a tmelů. Hlavním nositelem výzkumu by mohli být VTÚO Brno ve spolupráci s VA v Brně a s opravárenskými základnami logistiky AČR.

V krátkodobém časovém horizontu by se mohlo jednat o vypracování metod a postupů a zpracování dokumentace pro opravy a renovace součástí techniky alternativními metodami (lepení a tmelení).

n) Dílčí studie č. 15: Zvýšení životnosti strojních součástí řízeným brokováním

Autor: Prof. Ing. Radko Samek, CSc., VA Brno, K-316

Studie pojednává o přínosu řízeného brokování pro zvyšování životnosti strojních součástí včetně dílců vojenské techniky. Vysvětluje podstatu, parametry a způsoby kontroly procesu brokování a uvádí příklady použití pro různé součásti. Příklady ukazují, že tato poměrně jednoduchá a levná metoda je celosvětově využívána. V USA jsou např. zpracovány normy pro aplikace a kontrolu procesu ve zbrojním průmyslu, viz "US Military Specifications MIL-S-131650". V ČR je rozvoji a aplikaci brokování věnována minimální pozornost. K udržení úrovně naší technologie se světem, je třeba začít metodu brokování soustavně sledovat, zmapovat současný stav ve světě, zřídít experimentální pracoviště a použití brokování na vybraných dílcích.

Nositelem tohoto výzkumu by mohla být VA v Brně ve spolupráci s VTÚO Brno.

o) Dílčí studie č. 16: Technologie a použití vláknových kompozitních materiálů

Autor: *Doc. Ing. Josef Klement, CSc., Letecký ústav – FS, VUT Brno*

Studie obsahuje přehled výrobních metod používaných vláknových kompozitů s umělohmotnou maticí, uvádí jejich typy a vlastnosti. Pozornost věnuje vojenským aplikacím, zejména v letectví a využití pro balistickou ochranu.

Vláknové kompozity jsou moderní, perspektivní materiály a jejich technologie výroby a aplikace se intenzivně rozvíjí. Jejich použití je v některých oblastech nenahraditelné. V ČR není těmto novým materiálům a jejich výrobě věnována odpovídající pozornost. Studie uvádí návrh témat, které by bylo účelné řešit při využití současné vědeckovýzkumné základny brněnských škol a ústavů.

V krátkodobém časovém horizontu, asi 3 let by se především jednalo o výzkum dosud nepoužitých kombinací homogenního kovového a kompozitního nekovového materiálu se zřetelem na uplatnění pro AČR, např. pro ochranné vojenské přilby.

Ostatní navržená témata by vyžadovala dlouhodobější výzkum a vývoj.

Předpokládané výzkumné směry:

V rámci jednotlivých studií jsou uvedena doporučení pro další výzkumné zaměření. Konkrétní výzkumné projekty nejsou většinou specifikovány ani z hlediska časových horizontů, personálních možností a materiálně technického a finančního zabezpečení.

Trendy rozvoje krátkých kulových zbraní ve výzbroji ozbrojených sborů

Autoři: *Doc. Ing. Alois Skoupý, CSc., a kol.*

Krátkou palnou zbraní se rozumí pistole a revolvery určené ke střelbě kulovými náboji s vyloučením zbraní sportovních.

Současný stav:

Výroba palných zbraní v ČR tradiční. V současné době existuje několik desítek firem vlastních licenci pro vývoj, výrobu, opravy, úpravy, přípravu, nákup, prodej, půjčování, uchovávání a znehodnocování zbraní a střeliva. Z nich vyhovují vysokým kritériím dodávek do ozbrojených sil jen 4 a z hlediska střeliva jen jedna. Většina zahraničních policejních sborů je výzbroje zbraněmi domácí produkce. Kde není rozvinuta výroba pistolí a revolverů, jsou zastoupeny zbraně BERETTA, ČZ Uh.Brod, FN, GLOCK, SIG SAUER, WALTHER.

V AČR je používány pistole vz.82 ráže 9 mm s nábojem MAKAROV, ve výzbroji je i pistole vz.52 ráže 7,62 mm. Revolvery nejsou v AČR zavedeny. V armádách NATO je používán náboj 9 PARA, na který nelze Pi vz.82 rekonstruovat. V zahraničních armádách jsou používány pistole BERETTA 92 F, HK P7 M 13, GLOCK 17, Smith a Wesson mod. 645, Sig Sauer P 226. Z revolverů pak COLT, Smith a Wesson, RAGER.