

### **Předpokládané výzkumné projekty:**

Konkrétní výzkumné projekty s odpovídajícím řešitelem, cílem řešení, časovým rozvrhem a materiálními a finančními požadavky nejsou definovány.

### **Obecně se doporučuje prioritně se věnovat:**

- vývoji nových ocelí,
- výzkumu vláknových kompozitních materiálů,
- vývoji materiálů pro pancéřovou ochranu,
- výzkumu povrchové úpravy plasmovou nitridací,
- výzkumu únavových procesů,
- výzkumu ochrany vojenské techniky.

## **Speciální materiály**

**Koordinátor:** Ing. Ivan Fürbacher, CSc., SVÚM a.s. Praha

Speciální materiály jsou základním konstrukčním prvkem zbraňových systémů a vojenské techniky. Pro jejich velkou různorodost se budeme držet osnovy případové studie a rozebereme současný stav a vývojové trendy podle jednotlivých druhů materiálů.

### **a) Nové druhy ocelí**

**Autor:** Ing. Václav Linhart, CSc.

Oceli jsou nejvýznamnějším konstrukčním materiálem v průmyslu. Nové druhy ocelí mají vysokou čistotu, jakost a rovnoměrnost, vysoké váhové a pevnostní charakteristiky a parametry lomové houževnatosti.

#### **Současný stav:**

V zahraničí vývoj vysokopevnostních nízkolegovaných ocelí navázal na jemnozrnné mikrolegované oceli, které se dále zpracovávají kalením a popouštěním. Nově se využívá termomechanického zpracování. V ČR je situace obdobná. Pozornost pro extrémně namáhané součásti je věnována ocelím nejen s vysokou pevností, ale i korozní odolností, vodíkovému křehnutí a korozi pod napětím.

#### **Vývojové trendy:**

Výzkum bude zaměřen na nízkolegované svařitelné oceli s vysokou pevností, na zavádění termomechanicky zpracovaných vysokopevnostních úsporně legovaných ocelí a na špičkové vysokopevnostní oceli včetně optimalizace tepelného zpracování.

### **b) Neželezné kovy a slitiny**

**Autor:** Prof. Ing. Vladimír Sedláček, DrSc.

Neželezné kovy a slitiny představují významnou část konstrukčních materiálů. Mají široký rozsah fyzikálních, mechanických a technologických vlastností a velmi dobrou

odolnost proti opotřebování a chemickým vlivům. Omezíme se na měď, nikl, hliník, hořčík a titan. Jsou důležité i olovo a zinek, wolfram i molybden i zlato, stříbro, platina i jejich slitiny. Rozšiřuje se však i počet čistých kovů pro různé účely (Be, Ta, Li, Zr, Se aj.) na druhé straně se používání dalších vzhledem k jejich toxicitě omezuje (As, Be, Bi, Se, Th).

#### **Současný stav:**

Výrobní podniky se věnují v různé míře zavedené výrobě, výzkumu věnují malou pozornost. Roste význam hliníkových bronzů, měď je nahrazována plasty, případně titanem. Přetrvává slitina AL-Cu-Mg, zavádí se slitina Al-Li a její modifikace. Hořčík a jeho slitiny doprovázejí změny ve vlastnostech. Základním typem jsou slitiny Mg-Al-Zn. U titanu a slitin se věnuje pozornost povrchovým úpravám a stabilitě vlastností při vysokých teplotách.

#### **Vývojové trendy:**

Očekává se rozvoj slitin Al-Li, hořčíkových slitin především pro automobilový průmysl a rozvoj kompozitních materiálů na bázi Al a Mg.

### **c) Superslitiny**

*Autor: Doc. Ing. Jan Hák, CSc.*

Superslitiny jsou komplexní legované slitiny na bázi Ni a Co. Jsou určeny pro výrobu namáhaných částí při vysokých teplotách. Ke zlepšení mechanických vlastností byla vyvinuta řada speciálních metalurgických postupů.

#### **Současný stav:**

Slitiny na bázi Ni jsou odvozeny od žáruvzdorných slitin typu Ni-20Cr, legovaných Al a Ti. Významného pokroku bylo dosaženo práškovou metalurgií. Pozornost se věnuje svařitelnosti Ni slitin.

#### **Vývojové trendy:**

Výzkum je věnován zvyšování žárupevnosti, dokonalejšímu legování, systémům chlazení součástí a ochraně vůči vysokoteplotní korozi.

### **d) Plasty a polymerní kompozity**

*Autoři: Ing. Jaroslav Hell, CSc., Ing. Milan Peterka, CSc.*

Plasty a polymerní kompozity jako konstrukční materiály zaznamenávají značný rozvoj. Patří sem komoditní termoplasty tvořící 70 % spotřeby, reaktoplasty (20 %) a tzv. technické plasty. Velmi důležitou skupinou nových polymerních materiálů jsou termoplastické elastomery s vlastnostmi podobnými pryžím.

Pokud jde o vlastnosti, kritickou vlastností plastů je pevnost v tahu, závislá na době působení stálé nebo proměnlivé síly. Pokud se týká houževnatosti, amorfní polymery ve sklovitém stavu jsou křehké a vrubově citlivé. Ke zvýšení houževnatosti při normálních a nízkých teplotách se přijímají určitá opatření. Tepelná odolnost má vliv na změny mechanických vlastností. Zlepšení mechanických vlastností dosahují

kompozity. Posouzení odolnosti vůči prostředí je u plastů obecně těžko definovatelné z řady příčin. Z hlediska korozní odolnost má výjimečné vlastnosti skupina fluorových plastů, což je činí vhodným pro použití ve vojenské technice. Jde o chemickou a tepelnou stálost a dobré elektroizolační vlastnosti a nízký koeficient tření. Snadná hořlavost plastů se ovlivňuje přísadami – retardéry hoření. Elektrické vlastnosti se pohybují v širokých mezích a činí je upotřebitelnými v podobě elektrotechnických materiálů – nejen jako izolanty a dielektrika, ale i jako polovodiče a vodiče. Z optického hlediska mají vlastnosti materiálů průhledných, průsvitných a zakalených. Pro některé aplikace plastů se vyžaduje samovolný rozpad – biodegradovatelnost. Pokud jde o kompozity – hlavní skupiny tvoří vláknové polymerní kompozity a částicové polymerní kompozity. Většina polymerních kompozitů má v současnosti polymerní matici vyztuženou vlákny – skleněnými, uhlíkovými, borovými, polymerními.

#### **Současný stav:**

Význam plastů neustále stoupá, a to nejen ve skupině termoplastů a reaktoplastů, ale i ve skupině technických plastů. V ČR se technické plasty nevyrábějí. Ve speciální technice dosahují plasty až nezastupitelného postavení.

#### **Vývojové trendy:**

Výzkum je věnován všem skupinám plastů a kompozitů, největší nárůst výzkumných kapacit je u špičkových technických plastů. Výzkum je rovněž věnován technickým aplikacím vyvinutých plastů a dochází k jejich uplatnění i v rámci inovací zbraňových systémů a vojenské techniky.

### **e) Keramické a skelné materiály**

**Autor:** *Doc. Ing. Vladimír Hanykář, DrSc.*

Tyto materiály jsou masově vyráběny a využívány. Jsou vyráběny často s převážným podílem přírodních surovin. Zvyšují se požadavky na jakost a stabilitu při nízké výrobní energetické náročnosti. Tzv. pokročilé keramické a skelné materiály mají nové vlastnosti a většinou se vyrábějí ze syntetických výchozích látek.

#### **Současný stav:**

V ČR jsou dostatečné zásoby keramických surovin, energetických zdrojů a zkušenosti pracovníků. Modernizuje se výrobní technologie. K novým produktům se řadí biokeramické transplantáty a plasmové nanášení keramické vrstvy na kovové substráty. Pokud se týká skelných materiálů v ČR je mnohaletá tradice. K novým produktům patří optická vlákna, uplatňující se ve spojovacích a přenosových soustavách. Významné je zvládnutí tenkých povlaků, měnících vlastností skla a výzkum povrchových vlastností skel. Zkoumají se speciální optické skla pro aplikaci v infračervené a laserové technice. Pozornost se věnuje sklu s kationtovou vodivostí, sklům s řízenou světelnou propustností a některým kompozitním materiálům. V zahraničí jde převážná část výzkumu na vývoj progresivních materiálů pro uplatnění v elektronice a elektrotechnice. Zkoumají se i problémy spojené se zvýšením těchto materiálů vůči křehkému lomu. Pokroku se dosahuje i u brusných materiálů a v oblasti biokeramických implantátů.

### **Vývojové trendy:**

Výzkum bude věnován zlepšování vlastností kompozitních materiálů a plasmatickým nástřikům. Dále studiu elektrooptických vlastností, supravodivosti a dielektrických vlastností keramických materiálů a iontově vodivým materiálům. Pozornost bude věnována sklokeramickým materiálům pro zdravotnictví a pokročilým skelným materiálům. Významným programem je výzkum skel pro fixaci radioaktivního odpadu.

### **f) Magneticky tvrdé materiály a permanentní magnety**

**Autor:** Ing. Zdeněk Blažek, CSc.

Je požadavek zvyšovat hodnoty měrné energie a magnetická indukce permanentních magnetů, v řadě případů se žádá miniaturizace.

#### **Současný stav:**

V tomto století došlo k 250-násobnému zvýšení měrné energie magnetů. Od magneticky tvrdých ocelí, přes slitiny alnico, slitiny Fe-Cr-Co, Mn-Al-C a ferity se přešlo na materiály na bázi vzácných zemin, z nichž nejnovější je typ Nd-Fe-B. Hlavní výrobci jsou v Japonsku a USA. V ČR se výrobou feritových magnetů zabývá PRAMET Šumperk, malý objem originálních permanentních magnetů je realizován ve SVÚM a.s. Praha.

#### **Vývojové trendy:**

V nejbližších 10 letech se neočekává ve vývoji zlom, pozornost bude věnována technologii a rozvoji vlastností permanentních magnetů na bázi vzácných zemin.

### **g) Povrchové úpravy**

**Autor:** Ing. Jan Suchánek, CSc.

Jde o technologické procesy vytváření povrchových vrstev nebo povlaků s požadovanými vlastnostmi na povrchu kovových materiálů. Především půjde o ochranu vůči korozi a opotřebení. V důsledku se zvýší životnost, spolehlivost a ekonomická efektivnost kovových součástí.

Povrchové vrstvy mají buď vysokou tvrdost, nebo naopak jsou měkké a houževnaté. U povrchových úprav zpravidla přechod od povrchu vrstvy do jádra materiálu je plynulý. U povlaků vzniká rozhraní, což může přinášet problémy. Duplexní povlaky jsou kombinací výše uvedených typů. Otěruvzdorné povlaky lze vytvářet tepelně mechanickými procesy, tepelně fyzikálními procesy, elektrochemickými a tepelně chemickými procesy. Od povlaků s jednou vrstvou se přechází k vícevrstevným povlakům, odstraňujícím některé nedostatky.

#### **Současný stav:**

V ČR se široce využívají standardní technologie, došlo k zaostání vzhledem ke světu. Rozšíření brání nedostatek investic i vysoká cena finálních výrobků.

#### **Vývojové trendy:**

Velká pozornost je věnována pulzní plasmové nitridaci. Mezi moderní procesy patří iontové směšování a procesy IBA (ion-beam assisted deposition), které umožňují

vytvářet duplexní povlaky. Zkoumají se tepelně fyzikální procesy typu PVD (Physical Vapour Deposition) (napařování, naprašování a iontové povlakování) a jejich kombinace s chemickotepelným zpracováním. Výzkum je věnován i extrémně tvrdým povlakům DLC (Diamond like Carbon) a CN<sub>x</sub>.

## **Protikorozi ochrana vojenské techniky v přímé souvislosti s předpokládaným vstupem ČR do evropských struktur – NATO a Evropské unie**

**Autor:** Ing. Libor Vala, EKOL, s.r.o.

Problematika protikorozi ochrany je velmi široká, ale je nutno ji plně pokrýt v souladu s aspekty vstupu ČR do evropských struktur. Kvalitní antikorozi ochrana vojenské techniky zvyšuje její spolehlivost, životnost i mobilitu. Je třeba současně zohlednit i ekologické požadavky.

Studie se týká předúpravy povrchu, povrchové úpravy anorganickými, organickými resp. kombinovanými povlaky v rámci výrobní činnosti, opravárenství, skladování, repase, konzervace a dekonzervace.

### **Současný stav:**

Do r. 1991 byla v ČR řešena tato problematika v rámci projektu „Antikoroze“ v rámci kterého spolupracovaly výzkumné, opravárenské a výrobní podniky. Navržené technologie se realizovaly především na Slovensku. Po roce 1990 došlo k útlumu a v důsledku rozdělení ČSR a rozpadu řady podniků. V Evropě se daná problematika řeší komplexně. Pozornost je věnována nátěrovým materiálům a přípravkům pro dočasnou ochranu. V ČR tuto problematiku rozvíjí Státní výzkumný ústav pro ochranu materiálů (SVÚOM) a podnik EKOL s.r.o. v Ledči nad Sázavou. Vyvinuté technologie se uplatňují především v civilním sektoru.

V AČR se řeší protikorozi ochrana jen okrajově v rámci vojenských výzkumných ústavů. Se vstupem ČR do NATO bude třeba zabezpečit respektování standardů NATO v oboru protikorozi ochrany.

### **Vývojové trendy:**

Pozornost bude zaměřena na zkvalitňování protikorozi ochrany při minimalizaci vstupu škodlivých látek. Volba vhodných technologií pro AČR bude vycházet ze specifických potřeb armády i s ohledem na poznatky NATO. Bude třeba zmapovat současný stav problematiky v AČR a na základě analýzy provést příslušná opatření.

### **Předpokládané výzkumné projekty:**

Po provedené analýze skutečného stavu protikorozi ochrany budou určeny problematické oblasti a vytipováni představitelé příslušné vojenské techniky. Vlastní řešení problémů je navrženo v obecné podobě, rovněž i realizace řešení aniž by byl navržen odpovědný garant. Studie neobsahuje ani bližší obsahové určení projektů ani časový harmonogram řešení, ani požadované finanční a materiální prostředky.