



O MATERIÁLOVÉM INŽENÝRSTVÍ PRO STROJÍRENSTVÍ

Prof. Ing. Josef Steidl, CSc., FEng.

Inženýrská akademie ČR, sekce Materiálové inženýrství a technologie

Ve srovnání s tradičním strojním inženýrstvím vzniklo materiálové inženýrství jako vědní a studijní obor před poměrně krátkou dobou. Zkušenosti ukazují, že jeho podstata není částí technické veřejnosti a zejména mnohým studentům strojírenského inženýrství zcela jasná.

To je i možnou příčinou, že počet materiálových inženýrů neodpovídá potřebám strojírenského průmyslu. Materiálové inženýrství se přitom zásadním způsobem podílí na modernizaci a konkurenceschopnosti strojírenských výrobků a zařízení, zvyšování efektivnosti jejich výroby a snižování energetické náročnosti jejich provozu.

Tváření | www.mmspektrum.com/160118

Ve všech obdobích vývoje lidstva hrály materiál a jeho vlastnosti dominantní úlohu. Vždyť antropologie a archeologie spojují historické epochy vývoje člověka právě s druhy materiálů, jako jsou kámen, měď, bronz a železo. První historické kroky, které začaly stavět základy budoucího materiálového inženýrství ve strojírenství, byly založeny na objevech, jež otevřely cesty k poznávání vztahů mezi strukturou a vlastnostmi materiálů.

Materiály v kontextu historie

Jako typický příklad lze uvést fázový diagram železo-uhlík, vyvinutý britským metalurgem W. R. Austenem (1843–1902). Diagram se stal základem studia a dalšího vývoje ocelí a litin. V oblasti nekovových materiálů začínající materiálovou vědu obohatil o strukturní teorii polymerů německý chemik a nositel Nobelovy ceny (1953) Hermann Staudinger (1881–1965).

Na pokroku v poznání struktury materiálů se výrazně podílely experimentální metody. Peter Debye (1884–1966) a švýcarský fyzik Paul Scherrer (1890–1969) realizovali metodu rozptylu rentgenového záření, která dnes umožňuje studovat krystalickou strukturu nejen kovových, ale i polymerních a keramických materiálů. Rovněž technologické objevy výrazně přispěly k rozvoji materiálové vědy. Historicky zcela novou materiálovou epochu nastolil v roce 1909 belgický chemik Leo Hendrik Baekeland (1863–1944) vynálezem prvního zcela syntetického polymeru. Od doby jeho fenolformaldehydové pryskyřice doznaly plasty a kompozity s polymerní matricí nebývalého rozmachu a dnes bychom si bez nich strojírenství dovedli jen těžko představit. Jedním z prioritních kritérií strojírenských výrobků a zařízení se totiž stala hmotnost.

Od počátku rozvoje strojírenství byly železné kovy, ocel a litina po velmi dlouhé historické období hlavním konstrukčním materiálem. Materiálové portfolio se začalo intenzivně rozrůstat až po 2. světové válce, kdy se mate-



Francouzský bojový letoun Vautour s kompozitovým krytem radaru. (Ilustrační snímek z roku 1953)

riálovému výzkumu začala věnovat systematická pozornost. Mezi strojírenské materiály se tak postupně začleňovaly polymerní materiály (plasty a elastomery), konstrukční keramika, uhlíkové materiály a kompozity s polymerní, kovovou, keramickou, skleněnou i uhlíkovou matricí.

Vznik studijního oboru materiálového inženýrství

Počátky nauky o materiálu, jinými slovy materiálové vědy (*materials science*) nebyly původně přímo spojovány s pojmem inženýrství, i když svým obsahem k němu měly velmi blízko. Myšlenka sloučit materiálovou vědu s inženýrstvím se zrodila v 50. letech v USA. Formálně bylo v roce 1955 na Northwestern University (Evanston, Illinois) založeno první univerzitní pracoviště na světě, které do svého názvu přijalo pojem „materiálová věda a inže-

nýrství“ (*Material Science and Engineering*). Až později se oba pojmy začaly spojovaly a vznikl tak název *materiálové inženýrství*. Tento nový obor se logicky vyvíjel z metalurgie. Spojení materiálové vědy a inženýrství zpočátku vyvolávalo námitky konzervativních amerických metalurgů, kteří oponovali tím, že obor materiálové inženýrství může studenty odrazovat, protože v názvu nebude slovo metalurgie. Nicméně zvítězila myšlenka, že materiály nejsou jenom kovy a materiálové inženýrství se tak stalo novou vědní i výukovou disciplínou.

Definiční rámec a úlohu materiálového inženýrství detailně objasnila až v roce 1974 zpráva americké odborné komise COSMAT (*Committee on the Survey of Materials Science and Engineering*). Filozofie zprávy byla založena na myšlence úzké souvislosti mezi materiálovým inženýrstvím a obecnými potřebami lidstva. Bez zajímavosti není, že uvedenou komisi vedl světoznámý profesor fyzikální metalurgie z Massachusetts Institute of Technology Morris Cohen (1911–2005), jehož pokrokové myšlenky podpořily rozvoj nově vzniklého oboru. Vzájemné splývání metalurgie s naukou o polymerech, keramice, uhlíku i kompozitech vytvářelo základ současného pojetí materiálového inženýrství. Začalo iniciovat i potřebu nových přístupů k výzkumu i procesu vzdělávání v oblasti materiálů.

Materiálové inženýrství jako brána k inovacím

Koncepce materiálového inženýrství je založena na vztazích mezi chemickým složením, mikrostrukturou, podmínkami zpracování, užitnými vlastnostmi a změnami struktury a vlastností materiálů v průběhu provozu. Zvláště je nutné zdůraznit úlohu struktury, protože bez její znalosti a podrobného studia nelze cíleně vyvíjet nové materiály s vlastnostmi, které vyžaduje perspektivní strojírenská výroba. Materiálové inženýrství připravuje základní podklady a materiálové charakteristiky potřebné pro navrhování a konstrukci výrobků a pro technologii zpracování. Poskytuje důležité informace o vlivech provozních podmínek na změny struktury a vlastností materiálů, jako jsou teplota, vlhkost, korozní prostředí, způsob namáhání. Materiál a jeho zpracování vždy hrály prioritní roli ve vývoji nových výrobků a v rozvoji kreativity konstruktérů a technologů. Zpráva z evropského materiálového summitu konaného v září 2012 v Bruselu uvádí, že 70 % všech technických inovací je spojeno s materiály. Bylo rovněž konstatováno, že zrychlování ekonomického růstu v Evropě a zvyšování konkurenceschopnosti strojírenství se bez klíčové role materiálového inženýrství neobejde. Nelze ani opominout úlohu materiálů v řešení sociálních potřeb, na nichž se podílí strojírenská výroba.

Filozofické aspekty materiálového inženýrství

Historická fakta o materiálech by sama o sobě postrádala svůj význam, pokud by nepřinášela



nové impulzy pro budoucí vývoj lidské společnosti. Materiálové inženýrství bychom tak měli vnímat i z pohledu filozofických aspektů, tj. konkrétně zkoumat a hodnotit, v čem se materiálové inženýrství liší od ostatních inženýrských oborů, jak práce materiálových inženýrů dopadá na společnost a jaká nová poznání v tomto oboru přinesou lidstvu žádaný pokrok. Aktuálním tématem je odpovědnost materiálových inženýrů vůči požadavkům společnosti na inovace strojírenských výrobků a zařízení. Úkolem materiálového inženýrství je vnášet do povědomí inženýrů poznatky o tom, jak velkého technického pokroku lze pomocí nových materiálů docílit, jaké nové vlivy do tohoto oboru přináší materiálová globalizace a jak se ho mohou dotknout sociální a politické změny ve společnosti. Souvislosti mezi materiálovým inženýrstvím a filozofickými disciplínami, jako jsou ontologie, epistemologie nebo estetika, vyplývají z prací, které se v posledním desetiletí zabývají obecnými vztahy mezi filozofií a inženýrstvím. Příkladem je publikace *Philosophy in Engineering* vydaná v roce 2007 dánským nakladatelstvím Academica a určená pro výuku v inženýrských oborech.

Výuka materiálového inženýrství

Materiálové inženýrství je studijní obor s výrazně interdisciplinárním charakterem a jedna z nejširších výukových disciplín v inženýrství vůbec. Jak prokazují i zahraniční zkušenosti, tento obor se na první pohled může jevit jako povrchní, protože zahrnuje „něco z fyziky, něco z chemie, něco z matematiky a mechaniky a dokonce i z medicíny“ a vyvolává pocit, že není srozumitelně definovaný. To může studenty rozhodující se o svojí specializaci poněkud odrazovat. Ve skutečnosti však právě tím je materiálové inženýrství velmi atraktivním oborem. Vzhledem k tomu, že využívá více vědních disciplín současně, nabízí i vysoký tvůrčí potenciál podporující rozvoj moderního strojírenství. Nabízí tak velmi široké uplatnění studentů materiálového inženýrství.

Mnozí z nich si však tuto „nabídku“ plně neuvědomují. „Otevřenost“ materiálového inženýrství vytváří neobyčejný prostor pro výzkum, vývoj a inovační činnost. Svým vědomostním rozsahem poskytuje široký technický rozhled a vytváří podmínky pro lepší vzájemnou interakci s klasickým strojírenstvím. Pod-

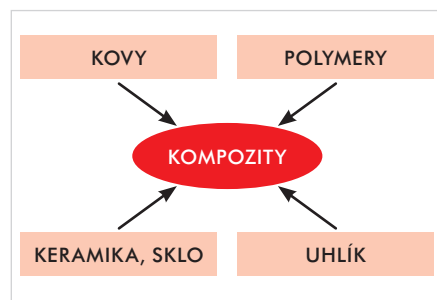
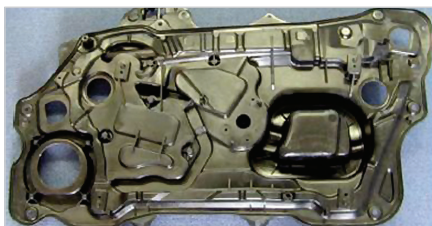


Schéma současného rozdělení strojírenských materiálů



Složitý výlisek panelu automobilových dveří vyrobený moderní technologií DLFT (Direct Long Fibre Thermoplastic). (Zdroj: www.assocompositi.it)

poruje tak zájem nastupující generace nejen o materiálové inženýrství, ale o studium strojírenského inženýrství vůbec. Na zahraničních univerzitách je často přímo spojováno strojírenské inženýrství s materiálovým inženýrstvím nebo materiálovou vědou. Příkladem mohou být studijní obory s názvem *Strojní a materiálové inženýrství* (University of Nebraska), *Strojní inženýrství a materiálová věda* (Yale University) nebo naopak *Materiálová věda a strojírenské inženýrství* (Harvard University).

Další vývoj oboru

Základní skupiny materiálů jsou pevně definovány (viz schéma). Ve výukových programech světových univerzit i v odborné literatuře se objevují i názvy materiálově-inženýrských oborů zaměřených na jednotlivé materiálové skupiny. Můžeme se tak setkat s pojmem kovové inženýrství (*metal engineering*), jehož základem je metalurgie, tedy původní obor, ze kterého se materiálové inženýrství začalo vyvíjet. Dále pak vznikly obory polymerní inženýrství, keramické inženýrství, kompozitní inženýrství a materiálová věda a inženýrství uhlíku (*material science and engineering of carbon*). Materiálové inženýrství tak představuje nadstavbu těchto úžeji specializovaných materiálových domén. Strojírenský průmysl využívá jako konstrukčního materiálu všech uvedených skupin materiálů a vyžaduje tak komplexní přístup k materiálovému řešení, včetně ekonomických požadavků.

Z oblasti kovů uveďme konkrétní příklad objevu z poslední doby, který řeší nejen stále aktuální problém hustoty, ale současně i mechanické vlastnosti a ekonomiku. Vysoká hustota oceli omezuje jejich použití v řadě strojírenských odvětví, kde hustota je jedním z hlavních kritérií. Výrazné zmenšení hustoty nabízí slitina železo-hliník. Ta však nemá požadovanou houževnatost, což limituje její použití jako konstrukčního materiálu. Její modifikací nanokrystalickou intermetalickou fází FeAl lze připravit houževnatý materiál s měrnou pevností a hustotou stejnými jako u titanových slitin, ale s cenou zhruba desetkrát menší (S.-H. Kim, *Nature* 518, únor 2015). Materiálové inženýrství by se mělo rozvíjet ve smyslu obecného pojetí inženýrství, tj. převádět poznatky výzkumu a vývoje do praxe a využívat je formou technologického zpracování k uspokojování potřeb společnosti. ■



Flow

FlowWaterjet.com

35
YEARS
FLOW EUROPE



Rychlejší návratnost vašich investic

Společnost Flow, která je průkopníkem technologických novinek pro řezání vodním paprskem, připravila speciální výroční verzi systému, s cílem znásobit ziskovost vašeho podnikání.

S verzí Edition 35 ušetříte díky:

- ... rychlejšímu a jednoduššímu programování s využitím prostorových modelů
- ... odolné a nadčasové konstrukci
- ... nejúčinnějšímu čerpadlu v oboru řezání vodním paprskem
- ... dokonalým výsledkům už od prvního řezu

★ LIMITOVANÁ VERZE ★

Nyní za speciální výroční cenu včetně servisního balíčku po dobu jednoho roku.



Více informací o verzi systému Edition 35:

