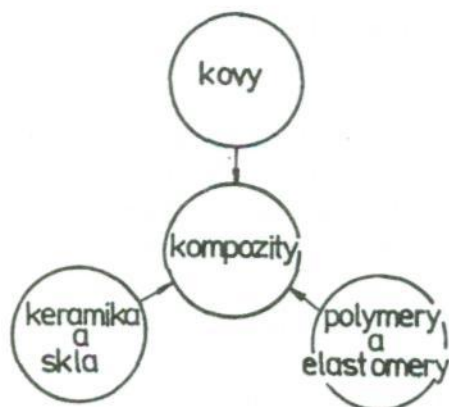


výrobními a zpracovatelskými technologiemi a často i obdobnými aplikacemi. Přehled základních vlastností inženýrských materiálů udává tabulka I-II.



Obr. 1-2 Základní dělení inženýrských materiálů

Tab. 1-1 Roční světová spotřeba vybraných materiálů v letech 1999 - 2001

materiál	mil.tun
beton	1150
ocel	910
hliník	20
měď	15
nikl	1
hořčík	0,38
molybden	0,12
wolfram	0,04
plasty	150
kompozity s polymerní matricí	2,7

Tab. I-II Vlastnosti technických materiálů

vlastnost	kovy	keramika	polymery
hustota [g/cm^3]	2 až 22	2 až 19	1 až 2
tvrdost	střední	vysoká	nízká
tvařitelnost	dobrá	špatná	dobrá
pevnost v tahu R_m [MPa]	do 2 500	do 400	do 140
modul pružnosti E [MPa]	$(0,15 \text{ až } 4) \cdot 10^5$	$(1,5 \text{ až } 4,5) \cdot 10^5$	$(0,01 \text{ až } 0,1^*) \cdot 10^5$
žárupevnost	špatná až střední	vynikající	—
tepelná vodivost	střední až vysoká	střední (s teplotou rychle klesá)	velmi nízká
elektrické charakteristiky	vodiče	izolátory	izolátory

*) vlákny zpevněný polymer

Z tab. I-II je patrné, že pro kovové materiály jsou charakteristické vysoké moduly pružnosti. Kovy jsou houževnaté a dobře tvařitelné, mají dobrou tepelnou a elektrickou vodivost. Mají menší odolnost proti korozi. Svými vlastnostmi leží mezi keramikou a skly, na straně jedné a polymery a elastomery na straně druhé. Je je možno zpevňovat legováním a tepelným zpracováním.

Keramické a skleněné materiály mají rovněž vysoké moduly pružnosti, jsou však velmi křehké, což komplikuje jejich konstrukční použití. Protože se však vyznačují vysokou tuhostí, tvrdostí, odolností vůči opotřebení a lze je využít i při vysokých teplotách a mají výbornou korozní odolnost, stávají se atraktivním konstrukčním materiálem.

Polymery a elastomery mají naopak nízké moduly pružnosti. Jsou poměrně pevné a lehké. Jejich vlastnosti však silně závisí na teplotě. Velmi dobře se tvarují, jsou odolné proti korozi a mají nízký koeficient tření. Jejich konstrukční využití se stále rozšiřuje.

Kompozitní materiály spojují vlastnosti materiálů, které je tvoří. Získáme tak sice drahé materiály, ale materiály s vynikajícími užitnými vlastnostmi.

Podrobnější rozdělení materiálů do podskupin je možno provést podle řady dalších kritérií, např. podle chemického složení, podle vlastností, podle tvaru, podle zpracování, podle průmyslového odvětví, kde jsou materiály využívány, podle cenových relací apod.

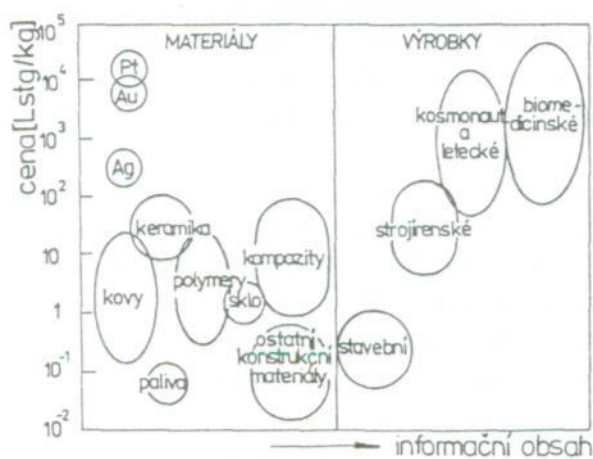
1.2 Technicko-ekonomické a ekologické aspekty výroby, zpracování a použití materiálů a výrobků

Význam jednotlivých skupin technických materiálů, měřený objemem roční světové spotřeby (tab. 1-I), je samozřejmě velmi rozdílný. Zcela jednoznačně dominují kovy, zejména oceli, jejichž roční spotřeba dosahuje přibližně 910 mil.tun. Více se spotřebuje jen betonu (1150 mil. tun). Ve vyspělých zemích neustále roste spotřeba plastů, která v r. 1995 činila 100 mil. tun, dnes již činí 150 mil. tun. Vzhledem k nízké specifické hmotnosti plastů je jejich spotřeba co do objemu téměř srovnatelná se spotřebou oceli. Rychle se zvyšuje i spotřeba kompozitů s polymerní maticí, i když je dosud absolutně (2,7 mil. tun) poměrně malá.

Po roce 1990 prošlo hutnictví v ČR zásadními strukturálními změnami souvisejícími s nezbytným omezením výroby oceli, v níž jsme do roku 1900 měli pochybné světové prvenství v přepočtu na jednoho obyvatele (1 t/obv./rok). Pokles výroby oceli se dnes zastavil na 5 až 6 Mt oceli za rok, při významném zvýšení technické úrovně hutnictví a jakosti jeho výrobků. I při důsledném využití intelektuálních kapacit se tento přerod neobešel bez investičně náročné modernizace hutních provozů.

Objem výroby všech neželezných kovů představuje asi jednu desetinu objemu výroby železa ve světě (cca 100 Mt ročně) a nepředpokládá se jeho další výrazný růst. V dřívějším Československu a ani v ČR nebyl plně zachycen celosvětový trend ústupu od obecného nasazení neželezných kovů. Budoucnost totiž jednoznačně patří speciálnímu použití, pro které jsou rozhodující buď technická nebo ekonomická hlediska, v ideálním případě oba ukazatelé. Zatímco v roce 1990 se v ČR spotřebovalo cca 0,4 Mt hutních výrobků z neželezných kovů, v současné době je spotřeba téměř poloviční.

Největší roční nárůst spotřeby materiálů je v obalové technice (11,5%), následuje aeronautika (10%), automobilový průmysl (7,5%), sportovní potřeby (6%), elektronika a elektrotechnika (6%), strojírenství (6%), stavebnictví (3%). Současné cenové relace jednotlivých skupin technických materiálů včetně stavebnin a paliv ve srovnání s cenou výrobků vybraných průmyslových odvětví jsou patry z obr. 1-3. Měrné ceny výrobků rostou s informačním obsahem, který je možno chápat jako množství teoretických a praktických poznatků nezbytných ke zhotovení různých výrobků v daném průmyslovém odvětví.



Vývoj a optimální využívání stávajících i nových progresivních materiálů a technologií jejich zpracování se stávají v současné době národním ekonomickým imperativem pro ty státy, které si chtějí zajistit trvalý ekonomický růst i jistou ekonomickou nezávislost.

Nové materiály a technologie se stávají jednou z hlavních priorit výzkumu a vývoje. Za progresivní materiály pokládáme ty, u nichž prvořadý význam má syntéza a řízení jejich struktury pro dosažení přesně definovaných vlastností pro požadovanou konfiguraci. Mezi progresivní materiály lze zařadit materiály uvedené v tab. 1-III.

Obr. 1-3 Současné cenové relace vybraných materiálů a výrobků

Tab. 1-III Perspektivní materiály

KERAMIKA, KOMPOZITY, KOVOVÁ SKLA, NANO A MIKRO-KRYSTALICKÉ MATERIÁLY, NOVÉ JAKOSTI OCELI (VYSOKÁ MIKROČISTOTA, ÚZKÉ ROZMEZÍ CHEMICKÉHO SLOŽENÍ), FUNKČNĚ GRADIENTNÍ MATERIÁLY, KOVY S TVAROVOU PAMĚTÍ, INTERMETALIKA, NOVÉ SLITINY, INTELIGENTNÍ MATERIÁLY

Tab. 1-IV Prioritní oblasti materiálového výzkumu a vývoje v ČR rozdělené podle cílových oblastí

Výzkumná podpora rozvoje tradičních odvětví	Výzkumná podpora zejména inovačních firem	Výzkumná podpora nových perspektivních oborů	Teoretická podpora výzkumu
Technické polymery a jejich komponenty Materiály pro vysoké teploty a tlaky Pokročilé oceli a související technologie Textilní materiály a jejich technologie Anorganická skla a jejich technologie Progresivní materiály pro stavby a konstrukce	Progresivní keramické materiály Materiály pro biomedicinské aplikace Materiály s vysokým poměrem pevnost/hustota Povrchové inženýrství Elektrotechnické a fotonické materiály a struktury	Nanomateriály a nanotechnologie Inteligentní materiály a struktury	Degradace materiálů, její omezování a řízení Modelování v materiálovém inženýrství

Z tabulky 1-IV je zřejmé, že termín progresivní materiál nemusí vždy znamenat materiál nový. V poslední době je často preferován další vývoj již existujících materiálů. Je to často levnější a z hlediska trhu výhodnější, protože vývoj nového materiálu trvá několik let a vždy negarantuje vznik nového výrobku nebo trhu. Navíc zavedení nového materiálu do výroby není jednoduché a vyžaduje splnění určitých podmínek mezi něž patří nezbytná potřeba, dostatečná „zralost“ vývoje nového materiálu, vhodná kombinace nabídky a poptávky, dostupnost materiálu a jeho cena.

Přestože zlepšování vlastností a jejich přizpůsobování požadavkům u tradičních materiálů je menším rizikem než nákladný vývoj nových materiálů, jsou v mnoha oblastech možnosti stávajících materiálů již vyčerpány a proto je realizován a podporován svým způsobem vždy rizikový vývoj materiálů nových (medicína, informatika, jaderná energetika, kosmonautika, obrana apod.).

K ekologickým aspektům výroby materiálů, zpracování a použití výrobků je nutno přihlížet už při volbě materiálu pro daný výrobek (kap. 7). Přímý negativní dopad nevhodné volby materiálu na člověka a jeho životní prostředí (zejména toxicita) musí být samozřejmě vyloučen. Mezi hlavní faktory z ekologického pohledu patří

- surovinová náročnost, těžba a zpracování surovin (např. s výrobou slitin železa souvisí těžba jeho rud, koksovatelného uhlí, vápence a vysoká spotřeba energie),
- energetická náročnost (typickým příkladem je výroba Al z bauxitu),
- bezpečnost a dlouhodobá spolehlivost konstrukce (tankery, kontejnery na nevyhořelé jaderné palivo aj.),
- možnost recyklace,
- toxicita.

Toxické vlastnosti má řada prvků i anorganických a organických sloučenin. Toxické účinky různých látek můžeme zásadně rozdělit na akutní a následné. Ve druhé skupině se dále rozlišují účinky mutagenní, karcinogenní a teratogenní.

Podrobným studiem účinků kovů na lidský organismus se stále rozšiřuje soubor těch, které jsou pro zdraví škodlivé. K prokazatelně škodlivým kovům již ve stopových množstvích patří As, Cd, Hg, Se a Th, zatímco toxicita jiných kovů (Co, Ni, Pb, V, Zn) závisí na velikosti a četnosti dávek. V poslední době se velmi diskutuje o vlivu hliníku na senilní demenci. Možnosti zneškodnění kovových odpadů se omezují na extrakci kovů nebo na jejich vázání do minimálně rozpustné formy.

V toxikologii polymerů jsou významné účinky zbytků monomerů, aditivních látek a látek vznikajících při likvidaci polymerů. Z celé řady škodlivých monomerů (např. vinylchlorid, akrylonitril, metakrylát aj.), je nejdůležitější vinylchlorid - karcinogenní monomer, jehož obsah se v polyvinylchloridu omezuje na 1 mg/kg. Toxikologickou závažnost jednotlivých plastů charakterizuje stupeň migrace toxických látek do prostředí, zejména do potravin z obalových materiálů. Při likvidaci polymerů mohou nevhodným spalováním vznikat jedovaté plyny jako chlorované dioxiny či dibenzofurany.

Ekologicky příznivým opatřením je zavádění výroby respektujících všechny možné způsoby recyklace. Z jednotlivých skupin materiálů jsou prakticky zcela recyklovatelné oceli. To je však spojeno s celou řadou problémů a zvýšenými náklady např. v souvislosti s tříděním a čištěním odpadu třískového obrábění nebo tříděním vratného odpadu. Známým problémem vratného odpadu oceli je rostoucí obsah mědi a povrchově aktivních prvků. Neželezné kovy jsou recyklovatelné asi z 90%. Plasty jsou recyklovatelné pouze částečně, neboť tuto schopnost mají pouze ty termoplasty, které neobsahují různá plniva (křída, mastek, sklo aj.), termosety recyklovat nelze. V současnosti se cca 60% plastových odpadů recykluje, 30% spaluje a 10% umísťuje na skládkách. Elastomery (např. guma) se recyklovat nedají, ale hledají se pro ně dodatečné možnosti uplatnění, ke kterým třeba patří použití drcené gumy při stavbě silnic. Keramika a skla jsou recyklovatelné bez větších problémů, to však neplatí o kompozitech s polymerní maticí.

Z ekologického hlediska je příslibem zavádění výrobků recyklaci usnadňujících. Při jejich výrobě musí být zajištěno:

- použití materiálů, které jsou recyklovatelné nebo použitelné pro jiný účel,
- minimalizování počtu materiálů v jednom výrobku, nebo používání z hlediska recyklace kombinovaných materiálů,
- spojení recyklačně nekombinovatelných materiálů demontovatelným způsobem,
- označování plastů.

Uvedená opatření však musí být propojena s požadavky na finální užité vlastnosti (kap. 7). Malý počet materiálů a jednoduchá demontáž jsou často neslučitelné s požadavky na vysoký výkon, dlouhou životnost atd. Určitým vodítkem pro posouzení demontovatelnosti jsou i nároky na údržbu a opravy zařízení.

Novým vývojovým směrem je zavádění degradabilních materiálů, především organických, tedy plastů, které se mohou začlenit do přírodního koloběhu látek. V degradačním procesu se u nich uplatňují mechanismy, které vedou k rozštěpení molekulárních řetězců na kratší útvary, které snadno podléhají biodegradaci působením mikroorganismů. Degradabilní plasty se mohou rozkládat kdekoli ve volné přírodě, přednostně na skládkách nebo na hladinách moří. K účinné biodegradaci dochází při kompostování degradabilních plastů, při níž vzniká humus. Ten lze využívat k pěstování některých zemědělských plodin, jež jsou základní surovinou právě pro výrobu degradabilního plastu. Tak lze vytvořit uzavřený přírodní cyklus nepoškozující životní prostředí.

