



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Úpravy školních vzdělávacích programů pro odborné předměty na SOŠ a SOU

(Vybrané náměty pro učitele v oblasti materiálů a průřezového tématu Člověk a životní prostředí)

RKC Moravskoslezského kraje

Doc. Ing. Berta Rychlíková, CSc.

Degradace a hodnocení vlastností konstrukčních materiálů

- Lom materiálu. Únava materiálu. Creep kovů a viskoelastické chování polymerů. Radiační poškození. Koroze a korozní praskání.

Vývoj v oblasti ocelí

- Oceli o vysoké pevnosti, korozivzdorné, žáruvzdorné a žáropevné oceli. Oceli odolné proti opotřebení. Mikrolegované oceli.

Příklady vybraných neželezných kovů v netradičních aplikacích

- Intermetalika. Slitiny s tvarovými paměťovými vlastnostmi. Lehké kovové materiály.

Technická keramika

- Oxidová keramika. Neoxidová keramika. Cermety.

Další vybrané materiály

- Nanokrystalické materiály. Jíly. Uhlíkové materiály (grafen, furelleny). Karbidy, nitridy, boridy, silicidy. Vlákna a vláknové kompozity.

- Popis chování trhlin a jejich šíření umožňují metody lomové mechaniky.
- Mechanika lomu nepracuje s napětím, ale **faktorem intenzity napětí K** , na němž závisí rychlost šíření únavových trhlin. Je funkcí tvaru trhliny, její délky, působícího napětí a tvaru tělesa.
- Neuvažuje pevnost, ale **lomovou houževnatost**. Označuje se K_C , vyjadřuje se v $\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$
- Hodnotí kritickou velikost mikroskopických vad a vliv velikosti těles, hodnocení podmínek šíření trhlin a jejich tvorbu.
- Jestliže je známa závislost rychlosti šíření trhliny na faktoru intenzity napětí K lze určit zbývající počet cyklů do lomu, tj. zbytkovou životnost.
- V okamžiku nestabilního šíření trhliny dosahuje hodnota faktoru intenzity napětí K kritické hodnoty - **lomové houževnatosti**, proto i **kritická hodnota součinitele intenzity napětí**

- Creep je výsledkem dlouhodobého působení napětí za zvýšených teplot. Hodnota napětí (MPa), při které dojde ke creepovému porušení po 10^5 hodinách u ocelí (případně po 10^4 hodinách u neželezných kovů a 10^3 hodinách u polymerů) se označuje **mez pevnosti při creepu** (u ocelí: $R_{mT}10^5/T$)
- **Mez tečení** – stanoví se ze závislosti doby do natečení určitého procenta creepové deformace ε na působícím napětí pro danou teplotu T a čas 10^a : $R_T10^a/\varepsilon/T$ (při 1000hod. $a = 3$)
- U polymerů je kromě elastické vratné složky deformace patrná také viskózní složka.
- Největší vliv na poškození konstrukčních ocelí v jaderné energetice má pružný a nepružný rozptyl neutronů na jádrech železa.
- Při vyšších teplotách neutronový tok urychluje tečení materiálu, dochází k radiačnímu creepu.

Cílem mikrolegování je vytvoření nových fází v ocelích (karbidů, nitridů, karbonitridů) a vytvoření jemnozrnné struktury umožňující následné tepelně mechanické zpracování. Zvyšuje se pevnost ocelí, feritické oceli dosahují až 760 MPa při současném nárůstu meze kluzu.

- Obsah stabilizujících prvků, které zajišťují jemnozrnnou strukturu, obsahující tvrdé a chemicky stabilní částice prvků Nb, Ti, V nebo Zr, je do 0,15%.

Vanad napomáhá vytvořit stabilní nitridy nebo karbonitridy, titan zpomaluje přeměnu austenitu a váže pevně dusík v podobě TiN, zabraňuje stárnutí oceli, zpomaluje rekrystalizaci a růstu zrna za vysokých teplot.

Karbidy a karbonitridy niobu se vylučují v ocelích v jemně disperzních fázích, stabilních i za vysokých teplot a významně zvyšují vlastnosti ocelí.

- Mikrolegováním se vyrábějí také hlubokotažné oceli pro tváření za studena, vyžadující co nejmenší poměr $R_e: R_m$. Oceli musí mít stejnou feritickou strukturu s minimálním množstvím volného Fe_3C .

- Jde o slitiny, které se svou strukturou a vlastnostmi liší od jednotlivých složek a nelze jejich vlastnosti předpovědět pouhou interpolací. Většinou existují jen v úzkém oboru koncentrací, mají přesné chemické složení a mají atomy v mřížce uspořádány.
- Mezi neznámější intermetalika patří amalgamy.
- Intermetalika pro vysoké teploty : Nejdříve: pouze upravené austenitické nerezavějící oceli (Fe-Cr-Ni) s Al a Ti, vytvářející jemnou intermetalickou fází Ni_3Al . Následovalo: užití směrového tavení, kdy vznikající polykrystaly mají jednu přednostní orientaci a vlastnostmi se blíží monokrystalu (odstraňuje se tím problém praskání po hranicích zrn).
- Další perspektivní intermetalika: NiAl , TiAl , FeAl , Fe_3Al , Ti_3Al , Zr_3Al , Al_3Ti , TiAl aj.

Oxidová keramika může být :

- **Jednofázová** - nejčastěji z oxidu hlinitého, chromitého, hořečnatého, zirkoničitého a oxidické sloučeniny $\text{LiAl}_2\text{SiO}_6$.
- **vícefázová** s jemnou disperzí částic ZrO_2 nebo s karbidickou fází (TiC).

Dva způsoby využití ZrO_2 ve vícefázové keramice

- Jemně rozptýlený ZrO_2 absorbuje energii v oblasti koncentrace tahových napětí na čele trhlin a umožňuje ovládat fyzikální vlastnosti materiálu, zejména s ohledem na pracovní teplotu (částice expandují a uzavřou trhlinu na čele, zvýší se houževnatost).
- Při řízeném teplotním režimu se vydělí nestabilní částice ZrO_2 v matici ze stabilní formy ZrO_2 . Vzniká houževnatá zirkoničitá keramika, která se užívá např. pro výrobu nemagnetických nožů a nůžek.

- Karbidy, boridy, nitridy a silicidy, tvořící neoxidovou keramiku jsou perspektivní ve všech podobách keramiky, (včetně využití v kompozitech v podobě zpevňujících vláken).
- Mají vysokou teplotu tání (až 4000°C), vysokou vodivost blízkou kovům, některé i vysokou tvrdost za nejvyšších teplot.
- Jako nejvíce použitelná se jeví **nitridová keramika Si_3N_4** , která má malou hmotnost, vysokou pevnost, malou tepelnou roztažnost a i při vysokých teplotách nízký koeficient tření. Principy keramického legování umožnily vytvořit tuhé roztoky oxidů v mřížce Si_3N_4 .
- Vícefázová neoxidová keramika, např. typu sialon + TiC (HfC, TiN).
- **Slinovaný karbid křemíku** (označení:SSiC – dosahuje se speciálním slinováním prášků SiC – dodáván jako Rocar S).
- **Karbid křemíku infiltrovaný křemíkem** (SiSiC- dodáván pod názvem Rocar Si)
- **Karbid křemíku vázaný reakcí - RBSiC** je infiltrovaný SiC směsí preceramic polymeru a přídatného materiálu – hliníku.

- Nanokrystalické materiály jsou typickým příkladem aplikace fyzikálních poznatků ve vývoji nových materiálů .
- Jde o skupinu pevných látek, jejichž struktura se popisuje údaji v dimenzích blízkých meziatomovým vzdálenostem, nanometrům.
- Podle toho, v kolika rozměrech je velikost těchto krystalů, se materiály uvádějí jako jedno-, dvoj- nebo trojrozměrně nanokrystalické.
- Struktura se liší od krystalických i amorfních materiálů. Díky své struktuře zvyšují použitelný povrch – tvoří se vrstvy, trubičky, kuličky ..
- Zejména: povrchově aktivní látky- katalyzátory a sorbenty na bázi interkalovaných a povrchově modifikujících účinných látek

Jde o:

- tenkovrstevné materiály, jemná vlákna, krystaly, které mají rozměr omezený ve všech dimenzích.
- Pro všechny skupiny však platí, že při meziatomových vzdálenostech běžných v pevných látkách (cca 0,3 nm) je množství atomů ležících přímo na povrchu nebo těsně pod povrchem srovnatelné s počtem atomů, nacházejících se uvnitř krystalů. To je příčinou, proč se nanokrystalické materiály odlišují svými vlastnostmi od materiálů s klasickými rozměry.

- Nové vlastnosti a zcela nekonvenční využívání uhlíku je spojeno s poznáním vlastností klastrů – seskupení velkého počtu atomů. Uhlíkaté klastry se nazývají fullereny.
- Molekuly jsou tvořeny pravidelnými mnohostěny s dosti značným vnitřním prostorem, v němž se žádné atomy nevyskytují. V případě šedesátiatomového útvaru (C_{60}) jde o pravidelný komolý ikosaedr, jehož šedesát vrcholů ležících na kouli vytváří 32 stěn, z nichž 12 jsou pětiúhelníky a zbytek šestiúhelníky (přesně jako u fotbalového míče). Jedná se o novou, po grafitu a diamantu třetí, krystalickou formu uhlíku.
- Objev velkých uhlíkatých molekul otevírá novou oblast materiálů tvořených na bázi uhlíku a potvrzuje, že v oblasti organické chemie je možné dojít k unikátním objevům, jestliže to bylo možné u uhlíku, který je jedním z nejprozkoumanějších materiálů.
- Grafen - dvourozměrný grafit – jen 1 vrstva uhlíku velmi perspektivní materiál

- Dochází k novému uplatnění řady jíků. Na základě přírodních surovin tak byly vyrobeny i jejich syntetické obdoby, vykazující speciální vlastnosti.
- Technologie interkalace (vsouvání) umožňuje do vhodné hostitelské struktury s dostatkem dutin nebo vrstevnaté struktury vpravit atomy jiné struktury – hosta.
- Nejdůležitější jík: zeolit je hydratovaný alumosilikát vápníku, sodíku nebo draslíku (vodnatý hlinitokřemičitan) se strukturou velkých dutin, které mohou být obsazeny velkými ionty a molekulami vody se značnou možností pohybu.
- V interkalovaných jílech je mezivrstevní prostor vyplněn molekulami hosta (interkalantu).

- Zásady environmentální politiky: prevence, předběžná opatrnost, znečišťovatel platí.
- Dobrovolné uplatňování systému environmentálního managementu (ISO 14001, EMAS III).
- Zavádění EMS ve výrobních podnicích v návaznosti na systém řízení jakosti (ČSN EN ISO 9000, QS 9000 aj.), bezpečnosti práce (OHSAS 18001), EN ISO 16001 (energetický management).
- Preventivní strategie čistší produkce, monitoring a targeting, environmentální manažerské účetnictví, BAT, LCA, CSR
- Zákon č. 76/2002 Sb. o integrované prevenci a omezování znečištění a integrovaném registru znečišťování.

- Definuje systém řízeného hospodaření s energiemi v souvislosti s normami ISO. Platí od roku 2010.

Cílem normy je pomoci organizacím při vytváření systémů řízení a procesů nezbytných pro zvyšování energetické účinnosti. To by mělo vést ke snižování nákladů a emisí skleníkových plynů prostřednictvím systémového přístupu k řízení spotřeby energie.

Norma je určena pro všechny druhy a velikosti organizací a bude členěna do kapitol, které připomínají strukturu obsaženou v normě ČSN EN ISO 14001. Je vhodné certifikaci podle EN 16001 spojit s certifikací podle EN 14001.

Monitoring a targeting

- Energetické řízení spotřeby surovin vedoucí ke snížení spotřeby surovin a energie, provádí se u jednotlivých nákladových středisek a umožňuje zvyšovat účinnost využívání energie a materiálových vstupů (ve výrobních procesech, budovách apod.)

Čistší produkce (Cleaner Production)

- Jde o preventivní opatření k zavádění efektivnější výroby, která jsou šetrnější k ŽP, zvyšují efektivnost a šetří zdroje. Hlavní součástí je analýza materiálových a energetických vstupů a odhalení nežádoucích neproduktivních výstupů.
- Čistší produkce je preventivní strategie vedoucí k snížení znečištění prostředí technologiemi průmyslových podniků a služeb. Je zaměřena na bezprostřední ovlivnění podnikového environmentálního konání a na ekonomickou efektivnost.

Nejlepší dostupné techniky (BAT) a benchmarking

- Využití technologických postupů a technologií, které vedou k maximálnímu možnému vlivu na ŽP jako celku za předpokladu, že BAT je realizováno za ekonomicky a technicky přijatelných podmínek.
- Nejlepší dostupnou technikou je míněna jak technologie, tak způsob, jakým je zařízení navrženo, vybudováno, provozováno a vyřazováno z činnosti. Dostupnost je dána realizací za ekonomicky a technicky přijatelných podmínek s ohledem na náklady a přednosti bez ohledu, zda je přístupná v daném státě.
- Benchmarking je metoda používaná při stanovení nejlepších řešení.

BREF (BAT Reference Dokument) - referenční dokumenty BAT. Doporučují nejlepší dostupné techniky v daném oboru.

Environmentální manažerské účetnictví

- Slouží k vyhodnocování údajů o nákladech a přínosech spojených s materiálovými toky a dopady na životní prostředí, které vede ke snižování negativních vlivů na při současném snižování nákladů.

Posuzování životního cyklu (LCA)

- provádí se podle norem ISO 14040 a 14044. Jde o hodnocení environmentálních aspektů a možných dopadů na ŽP prováděné v průběhu celého životního cyklu výrobku či služby

Společenská odpovědnost organizací (CSR)

- Přístup k podnikání, který zohledňuje i sociální a environmentální zájmy skupin, které podnikání ovlivňují nebo které jsou daným podnikáním ovlivňovány. Je důležitým nástrojem udržitelné spotřeby a výroby

- **Zákon O integrované prevenci a omezování znečištění a integrovaném registru znečišťování** vychází ze směrnice Rady EU 96/61/EC o integrované prevenci a omezování znečištění, označované IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control). Jeho smyslem je dosáhnout vysoké úrovně ochrany životního prostředí jako celku, neposuzovat odděleně dopad činnosti na jednotlivé složky životního prostředí, ale hledat optimální řešení.
- Účinnost tohoto zákona zvyšuje tlak na podniky v oblasti ochrany životního prostředí. Velké výrobní a zemědělské podniky, provozovatelé skládek, spaloven aj. musí získat ve stanovených lhůtách tzv. integrované povolení pro provoz zařízení.
- Integrovaná prevence a omezení znečištění (IPPC) je spojena s novými pravidly pro povolování činnosti podniků, pro vymezení požadavků na úroveň provozovaných zařízení a pro novou organizaci státní správy v oblasti životního prostředí.

- 25. 3. 2011 nabyl účinnosti zákon č. 77/2011 Sb., kterým se mění zákon č. 25/2008 Sb., o integrovaném registru znečišťování životního prostředí a integrovaném systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony.
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 166/2006, kterým se zřizuje evropský registr úniků a přenosů znečišťujících látek. Je to evidence emisí a přenosů toxických látek z jednotlivých firem – známá jako **PRTR** (Polutant Release and Transfer Register).

- *Metodologické návody pro zavádění systémů managementu (Norma ČSN EN ISO 9001:2001 Systémy managementu jakosti - Požadavky, 2001, ČSNI; Norma ČSN EN ISO 1400 Systémy environmentálního managementu - Specifikace s návodem na jejich použití, 1997, 2005, ČSNI; Program Bezpečný podnik; OHSAS 18001)..*
- *Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 761/2001 o dobrovolné účasti organizací v systému řízení podniků a auditu z hlediska ochrany životního prostředí (EMAS II). a nařízení č. 1221/2009 jako EMAS III. (EMAS byl zaveden v r. 1993 (č. 1836/93))*
- *[http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/\\$pid/MZPMSFGSJIYY](http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/$pid/MZPMSFGSJIYY)*
- *Udržitelná výroba, MŽP ČR 2008, agentura CENIA*
- *http://www.vscht.cz/sil/keramika/Ceramic_Technology/SM-Lect-10-C.pdf*