

Program Nové materiály na bázi kovů keramik a kompozitů Strategie AV21 *Ludvík Kunz*

Ústav fyziky materiálů AV ČR, v. v. i. koordinuje jeden z programů Strategie AV21. Program Nové materiály na bázi kovů, keramik a kompozitů je zaměřen na výzkum konstrukčních materiálů a jejich užitných vlastností, tedy na oblast, ve které vědecké výsledky a poznatky iniciované praktickými problémy mají obvykle přímý ekonomický dopad. Program rozvíjí mezi-institucionální a mezioborovou spolupráci, čímž se stává velmi efektivním nástrojem pro materiálový výzkum. Pro podporu realizace aktivit Programu je úspěšně využíván projekt velké infrastruktury IPMinfra. Spojením obou aktivit byly získány výrazně větší možnosti využití experimentálních

zařízení, zejména špičkových zařízení pro materiálové zkoušky, elektronové mikroskopie a dalších technik pro výzkum a popis mikrostruktury materiálů. V neposlední řadě bylo dosaženo také zapojení širšího okruhu výzkumných a technických pracovníků. Program pomáhá identifikovat důležité vědecké otázky, fundovaným způsobem definovat problematiku a vypracovat návrhy řešení z hlediska současné úrovně dosaženého poznání.



Práce v laboratoři vysokocyklové únavy

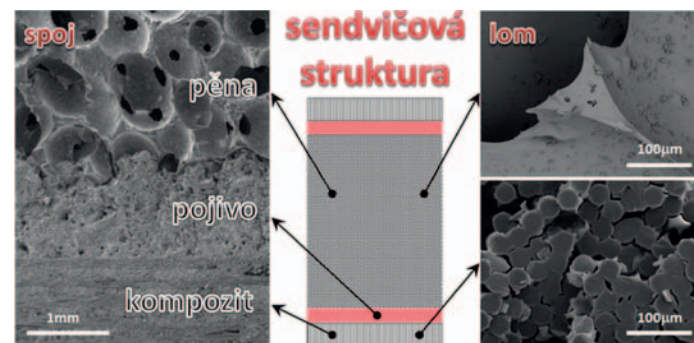
Pro bezpečnější dopravu

Vědečtí pracovníci Ústavu fyziky materiálů se dlouhodobě věnují studiu šíření únavových trhlin, popisu faktorů, jež toto šíření ovlivňují i vývoji vhodných nástrojů pro popis a predikci únavové životnosti součástí. Jedná se o oblast, která má velký aplikační potenciál, což dokazuje např. dlouhodobá spolupráce s předním výrobcem železničních dvojkolí, firmou Bonatrans Group, a. s. Poslední studie provedené v této oblasti ukazují, jak vlhkost prostředí ovlivňuje rychlost šíření únavové trhliny a tím dobu, za jakou se únavově namáhaná součást poškodí. Se zvyšující se vlhkostí prostředí na-

růstá rychlost i míra oxidace lomových ploch šířící se trhliny. Vzniklé oxidy pak při cyklickém zatěžování brání zavírání trhliny, což má pozitivní efekt na výslednou únavovou životnost součástí. Zbytková únavová životnost součástí provozované v prostředí s vyšší vlhkostí tak může být několikanásobně větší než u součástí, která pracuje v prostředí s nízkou vlhkostí. Vyvinutá metodika predikce únavové životnosti náprav, tak kromě aspektů spojených s cyklickým zatěžováním, obsahuje také možnost zahrnout vliv reálných podmínek prostředí, ve kterém nápravy pracují.

Nové kompozity

Interinstitucionální spolupráce tří ústavů Akademie věd ČR, jmenovitě Ústavu fyziky materiálů, Ústavu makromolekulární chemie a Ústavu struktury a mechaniky hornin, přinesla nové zajímavé výsledky ve vývoji materiálů. Zejména jde o nové materiály pro konstrukci protipožárních, mechanicky namáhaných komponent, tepelně izolačních a odolných pomůcek použitelných například ve sklářském průmyslu, nebo dokonce pro aplikace v leteckém průmyslu (např. ve spojení se zvyšujícími se nároky na náběžné hrany křidel). Polymerní prekurzory připravované na Ústavu mak-



Sendvičová struktura. Kompozice a lom

romolekulární chemie jsou používány při přípravě kompozitů termickou přeměnou (pyrolýzou) na Ústavu struktury a mechaniky hornin a následně jsou na Ústavu fyziky materiálů charakterizovány jak z mikrostrukturního, tak i z mechanického hlediska. Získané poznatky o chování nových

typů kompozitů slouží zpětně k modifikaci výrobních parametrů a tím k optimalizaci výsledných vlastností. Hlavní výhody navrhovaných kompozitů jsou jejich snadná úprava podle požadované aplikace, nízká hustota (asi čtvrtinová ve srovnání s ocelí), dobré mechanické vlastnosti a přijatelná

cena. Velkou výhodou je i možnost vytvářet složitější struktury. Na obrázku je příklad složitější sendvičové struktury obsahující pěnu připravenou ze stejných prekurzorů jaké byly použity pro matrici ve vláknových kompozitech, které tuto pěnu chrání před mechanickým poškozením.

Miliardy – to je, oč tu běží

Normální srdeční puls je 75. Tolikrát průměrně tepe naše srdce za minutu. Při provozu lidské pumpy v režimu non-stop je to 108 tisíc tepů za den, 39 milionů za rok a téměř miliarda za 25 let. Tolik zátěžných cyklů musí vydržet nejen krevní cévy, ale například stenty – uměle zaváděné výztuhy cév. Nastrádat miliardu nebo i desítky miliard zátěžných cyklů je ještě snazší pro ozubená kola, vibrující lopatky turbín, či jiné součásti strojních zařízení. Jedná se sice o relativně malé zatížení, ale je-li opakováno mnohokrát, může vést k únavě materiálu a tím k porušení součásti.

Běžné testy únavové životnosti jsou prováděny s limitem 10 milionů cyklů. Nejvyšší zatížení, které je materiál schopen ustát tento počet cyklů je nazýváno mezí únavy a má se za to, že takové zatížení materiál unese i po jakýkoli vyšší počet cyklů. Ukazuje se však, že k porušení může dojít i při nižším zatížení a počtu cyklů nad 10⁷.

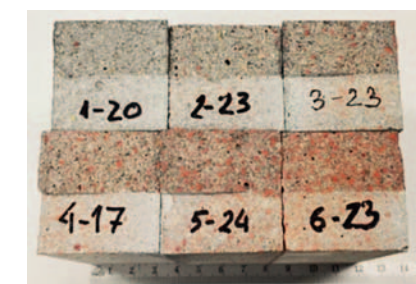
Šetrnost k přírodě

Snaha o šetrnost k přírodě se přirozeně promítá i do materiálového výzkumu. Je to téma, které bude zcela jistě nabývat stále více na důležitosti. Jednou z cest jak uspo-

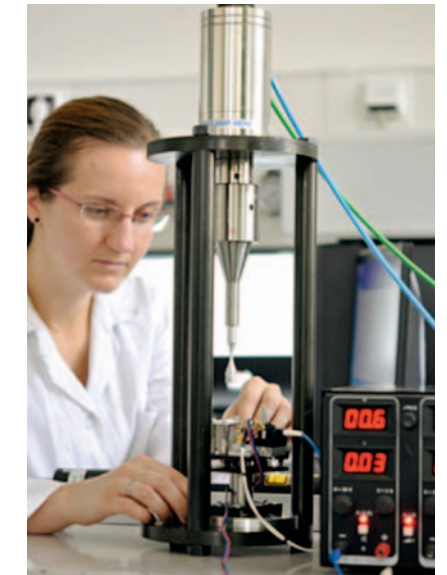
řít přírodní materiály (např. kamenivo ze žuly, písky nebo šterkopísky) při přípravě malty nebo betonu je využití cihelného recyklátu. Je však třeba garantovat stejnou nebo lepší kvalitu lomové mechanických vlastností, než při použití stávajících produktů. Vědci Ústavu fyziky materiálů spolu kolegy ze Stavební fakulty VUT v Brně spolupracují se zahraničními partnery na přípravě materiálů s vhodným poměrem nahrazení přírodního kameniva recyklátem. Cílem je dosáhnout jednak dobré technologické zpracovatelnosti, ale zejména jejich lomově-mechanických a únavových vlastností tak, aby je bylo možno společně používat pro stavby. Užitím cihel-

normálních srdečních pulsů je 75. Tolikrát průměrně tepe naše srdce za minutu. Při provozu lidské pumpy v režimu non-stop je to 108 tisíc tepů za den, 39 milionů za rok a téměř miliarda za 25 let. Tolik zátěžných cyklů musí vydržet nejen krevní cévy, ale například stenty – uměle zaváděné výztuhy cév. Nastrádat miliardu nebo i desítky miliard zátěžných cyklů je ještě snazší pro ozubená kola, vibrující lopatky turbín, či jiné součásti strojních zařízení. Jedná se sice o relativně malé zatížení, ale je-li opakováno mnohokrát, může vést k únavě materiálu a tím k porušení součásti.

Běžné testy únavové životnosti jsou prováděny s limitem 10 milionů cyklů. Nejvyšší zatížení, které je materiál schopen ustát tento počet cyklů je nazýváno mezí únavy a má se za to, že takové zatížení materiál unese i po jakýkoli vyšší počet cyklů. Ukazuje se však, že k porušení může dojít i při nižším zatížení a počtu cyklů nad 10⁷.



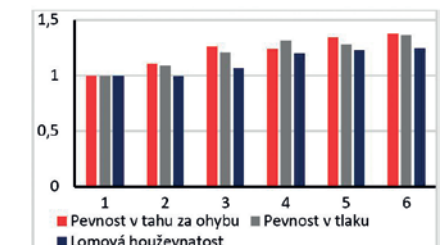
Zkušební materiály s různým obsahem cihelného recyklátu



Zkušební stoj pro gigacyklovou únavu

užit nejen ke kalibraci zkušebního zařízení, ale i k analýzám dynamiky lomových procesů v okamžiku vzniku a raného šíření trhliny ve zkušebním tělese.

ného recyklátu, vlastně stavebního odpadu, lze snížit ekologickou zátěž snížením spotřeby přírodních surovin a šetřením kapacity již existujících skládek a bráněním vzniku nových.



Změna mechanických vlastností v závislosti na obsahu cihelného recyklátu: 1 = 0 %, 6 = 23 %.