

OPONENTSKÝ POSUDEK DISERTAČNÍ PRÁCE

Ing. Miroslavy Horynové

„Únavové chování hořčíkových slitin AZ31 a AZ61 po korozní degradaci“

Oponent: Doc. RNDr. Karel Obrtlík, CSc.,
Ústav fyziky materiálů AV ČR, Žitkova 22, 616 62 Brno

a) Aktuálnost disertační práce

Hořčíkové slitiny představují atraktivní konstrukční materiály díky své velmi nízké měrné hmotnosti a vysoké specifické pevnosti. Spolu s dobrou obrobiteľností a vysokou tlumící schopností jsou perspektivním materiálem pro automobilový a letecký průmysl v souladu s úsilím o redukci škodlivých emisí vyvolaným rostoucím poznáním o existenční potřebě ochrany životního prostředí. Proto je téma disertační práce zaměřené na únavové chování hořčíkových slitin velmi aktuální, neboť cyklické namáhání materiálů dopravních prostředků patří často k rozhodujícím degradačním procesům. Kromě toho řešené téma zahrnuje korozní degradaci, která je slabým článkem hořčíkových slitin a která ve spolupůsobení s cyklickým zatěžováním urychluje provozní poškození konstrukčních komponent.

b) Splnění cílů disertační práce

Lze konstatovat, že cíle disertační práce formulované v kapitole 2 a zaměřené na identifikaci mikrostruktury, hodnocení korozních vlastností a zejména na hlubší poznání únavového chování dvou typů hořčíkových slitin po korozní expozici byly v plném rozsahu splněny.

c) Postup řešení problému a výsledky disertace

Práce má celkem 120 stran s obrázky, grafy a tabulkami jednak začleněnými přímo do textu, jednak uvedenými v obsáhlé příloze. Práce je rozdělena do 6 kapitol a cituje 159 literárních pramenů. Kapitola 3 obsahuje literární rešerši a kapitoly 4-6 představují tvůrčí část práce. Je vhodné říci, že jednotlivé části disertace zahrnující pojednání o současném stavu problematiky, o experimentálním materiálu a použitých technikách a o výsledcích s jejich diskusí jsou v disertaci zastoupeny vyváženě.

Po krátkém úvodu je kapitola 3 věnována současnému stavu problematiky s důrazem na technologii výroby, praktické využití a vlastnosti studovaných hořčíkových slitin. Zejména kritický přehled únavového chování a problematiky koroze svědčí o autorčině velmi dobré orientaci ve studované problematice a představuje dobrou bázi pro formulaci cílů disertační práce.

Těžiště práce spočívá v kapitolách 4 a 5, kde je popsán experimentální materiál a uvedeny výsledky disertace prezentované přehledně formou obrázků, grafů a schémat a jejich diskuse. Celkový postup a úroveň zpracování odpovídá nárokům vědecké práce. Byly získány experimentální údaje o struktuře slitin, o jejich základních mechanických vlastnostech, o korozním chování při působení solné mlhy a o vlivu expozice v korozním prostředí na únavové vlastnosti. Únavové chování bylo hodnoceno na hladkých zkušebních tělesech a na tělesech po korozní expozici. Byly stanoveny S-N křivky životnosti v široké oblasti počtu

cyklů do lomu. K aproximaci křivek byla použita Wöhlerova závislost a Stromayerova funkce. Dále byly stanoveny křivky zpevnění/změkčení, cyklické deformační křivky a Coffinovy-Mansonovy závislosti spolu s charakteristikami cyklické napěťově-deformační odezvy a únavové životnosti. Fraktografická analýza poskytla údaje pro hodnocení mechanismu iniciace únavových trhlin a jejich šíření. Diskuse obsahuje porovnání experimentálních výsledků s literárními údaji, jejich interpretaci a kritické hodnocení.

V kapitole 6 jsou výstižně shrnuty výsledky dosažené v souladu s cíli práce a jsou formulovány závěry.

V práci byla získána řada původních experimentálních výsledků. Za významné lze považovat zejména hlubší poznatky o korozním chování a o únavových vlastnostech studovaných slitin a o vlivu korozní expozice na únavové charakteristiky.

d) Význam pro praxi nebo rozvoj vědního oboru

Získané výsledky jsou cenné jak pro rozvoj vědního oboru fyzikálního a materiálového inženýrství, tak také pro praxi zejména vliv korozního prostředí na životnost studovaných slitin.

e) Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

Práce má velmi dobrou grafickou úpravu s obrázky, grafy a schémata začleněnými částečně do textu a částečně do příloh a použitím také barevného tisku. Je provedena pečlivě prakticky bez tiskových a gramatických chyb. Vyjadřování autorky je jasné a svědčí o jejích schopnostech stylizovat výsledky vědecké práce v odborném tisku. Se spolupracovníky publikovala již 16 vědeckých prací ve sbornících z konferencí i v časopisech včetně čtyř impaktovaných.

Dotazy k dizertační práci

- 1) Na obrázcích hysterezních smyček při cyklickém zatěžování hladkých zkušebních tyčí (obr. 63, 64 a 65) je vidět, že dochází k růstu střední deformace zejména u materiálu AZ31. Byl sledován cyklický creep při zkouškách studovaných slitin v řízení síly? Projevila se přítomnost cyklického creepu na křivkách životnosti?
- 2) U hysterezních smyček na počátku zatěžování je vidět progresivní zpevnění v tahovém a někdy i tlakovém vrcholu smyčky. Toto chování je vysvětlováno mechanismem dvojčatění. Jaké indikace vedly k této interpretaci ?
- 3) Na obr. 61 jsou graficky znázorněny S-N křivky v širokém intervalu životností. Jaká funkce byla použita k proložení experimentální dat? Vyhovují tato data mocninnému Wöhlerovu zákonu?
- 4) Na obr. 72a a 74 jsou křivky zpevnění/změkčení v reprezentaci amplitudy plastické deformace vs. počet uběhlých cyklů u slitin po korozní expozici. Jak lze interpretovat, že v několika případech jsou křivky pro nižší řízenou amplitudu napětí posunuty k vyšším amplitudám plastické deformace (např. pro ?
- 5) V kapitole 3.1.5.1 na str. 14 na diagramu závislosti energie vrstevné chyby na počtu cyklů do lomu (amplitudě zatěžování) jsou uvedeny základní typy dislokačních struktur, které se formují v kovových materiálech po cyklování do saturovaného stavu. Jak tyto struktury souvisejí se snadností nebo obtížností příčného skluzu?

Připomínky a poznámky k dizertační práci

- 1) Str.12, Odst. 3: Nepřesná formulace věty „Sledované veličiny jsou: amplituda napětí, celková deformace...“. Mělo by být uvedeno, že se jedná u všech veličin o amplitudy.
- 2) Str.12, Odst. 5: Ve větě „Cyklické změkčení se projevuje zvýšením amplitudy deformace (b,d)...“ správně zde patří: „Cyklické změkčení se projevuje zvýšením amplitudy napětí“.
- 3) Str. 81. 5. Řádek shora: Konec věty „...po jejichž rozhraní se šířily trhlin“ je třeba nahradit správným „...po jejichž rozhraní se šířily trhliny“.
- 4) V diskuzi výsledků, kde se autorka odkazuje na materiály uvedené v kap. 5, by bylo vhodné zmínit také konkrétní obrázky, které prezentují diskutované položky.

Závěr

Předložená disertační práce splňuje po věcné i formální stránce požadavky kladené na doktorské práce. Cíle práce byly v celém rozsahu splněny. V předložené práci provedla dizertantka komplexní experimenty, získala původní vědecké výsledky, provedla jejich rozbor a kritické hodnocení a prokázala tak schopnost tvůrčí vědecké práce. Doporučuji proto, aby na základě úspěšné obhajoby byl Ing. Miroslavě Horynové udělen titul PhD v oboru Fyzikálního a materiálového inženýrství.

V Brně dne 25. června 2015.



Doc. RNDr. Karel Obrtlík, CSc.