

## Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

**APVV-0326-07****Hodnotenie deformačnej kinetiky ocelí vhodných k hlbokému ťahaniu používaných v automobilovom priemysle**Zodpovedný riešiteľ **prof. Ing. Ladislav Pešek, CSc.**Príjemca **Technická univerzita v Košiciach, Hutnícka fakulta**

### Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Katedra náuky o materiáloch, Hutnícka fakulta
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

### Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

1. Technická univerzita v Liberci, Česká republika
2. Západočeská univerzita v Plzni, Česká republika
3. Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Poľsko

### Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

- 1.
- 2.
- 3.

### Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

1. Buršák, M.- Michel, J.: Influence of the strain rate on the mechanical and technological properties of steel sheets, Metalurgija / Metallurgy, 49 (2010), 4, s. 317-320
2. Ambriško, L.- Pešek, L.: Stable crack growth in automotive steel sheets, Acta Metallurgica Slovaca Conference, 1 (2010), 1, s. 378-381
3. Zubko, P.- Pešek, L.- Bláhová, O.: Mechanical properties of hard particles in soft matrix, In: Local Mechanical Properties 2010, 7th International Conference, 10.-12.11.2010 Smolenice: Ústav materiálového výskumu SAV Košice
4. Mihaliková, M. - Ambriško, L. - Pešek, L.: Videoextensometric measuring of deformation processes in automotive steel sheets at two strain rate levels, Kovové materiály (v tlači)

### **Uplatnenie výsledkov projektu**

1. V skúšobníctve: a) použitie bezkontaktnéj videoextenzometrickej metódy snímania posunutí s vypracovaným softwarom na spracovanie do výstupných veličín: zložiek deformácie a jej plošné rozdelenie, priestorové a časové gradienty, deformačné mapy, štatistické parametre; b) použitie softwaru na vyhodnocovanie dĺžky trhliny zo zosnímaných obrázkov; c) spresnenie merania indentačných kriviek (DSI) pre tvrdé častice v mäkkej matici použitím vyvinutého modelu.
2. Pri použití skúmaných materiálov v konkrétnych podmienkach zaťaženia: Získané R-krivky (krivky odolnosti proti stabilnému rastu trhliny) skúmaných materiálov a ich zvarových spojov je možné použiť pri modelovaní (napríklad FEM) kolízie, pri ktorej nastáva rast trhliny; získané únavové krivky v obvyklom a koróznom prostredí sa použijú pri navrhovaní častí namáhaných únavou; získané závislosti  $Re$  a  $Re/Rm$  od rýchlosti deformácie sa použijú pri modelovaní deformačného chovania týchto plechov (FEM modely pre tvárnenie) v tvárniacich operáciach.
3. Pri vývoji nových materiálov: porovnanie vlastností získaných na skúmaných materiáloch s vlastnosťami novovyvíjaných materiálov umožní optimalizáciu vlastností týchto nových materiálov - v súčasnej dobe najmä vysokopevných ocelových plechov na najviac namáhané časti karosérie.
4. V aplikovanom výskume na použitie v automobilovom priemysle - vývoj nových karosérií: kombináciou predošlých troch oblastí, predovšetkým pri overovaní bezpečnosti vysokopevných ocelových plechov na exponované časti karosérie, v cykle: odskúšať vlastnosti - modelovať tvárniaci proces, alebo modelovať kolíziu karosérie - s použitím rozličných materiálov - je možné zvýšiť bezpečnosť.

### **CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV**

#### **Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku** (max. 20 riadkov)

Výsledkom projektu sú získané poznatky o deformačnom chovaní ocelových hlbokotažných tenkých za studena valcovaných plechov s ohľadom na rýchlosť zaťažovania a prítomnosť vrubu. Konkrétne bol stanovený vplyv rýchlosti deformácie na  $Re$ ,  $Rm$ ,  $Re/Rm$ , homogenitu deformácie, hlbokotažnosť. Bol kvantifikovaný vplyv frekvencie zaťažovania na únavové charakteristiky v obvyklom a v koróznom prostredí. Deformačné chovanie v okolí trhliny/vrubu bolo charakterizované R-krivkou ako parametrom odolnosti proti stabilnému rastu trhliny. Boli získané R-krivky pre jednotlivé materiály a bol stanovený vplyv smeru valcovania, typu vrubu, rýchlosti zaťažovania pre základný materiál a zvarový spoj. Stanovili sme veľkosť a chovanie plastickej zóny a stretch zóny v koreni vrubu/trhliny. Boli stanovené indentačné krivky charakterizujúce deformačné chovanie častíc v mikroštruktúre a chovanie matrice. V metodologickej oblasti sme: (i) navrhli postup skúšania tenkých plechov pomocou CT telies s videoextenzometrickým snímaním posunutí tak, aby nedochádzalo k bočnému borteniu skúšobných telies, (ii) vytvorili software na vyhodnocovanie deformačných parametrov z bezkontaktného videoextenzometrického merania posunutí na rovinnom povrchu zaťažovaného telesa, zložiek deformácie, ich priestorových a časových gradientov, deformačných máp, štatistiky; (iii) vytvorili software na stanovenie veľkosti dĺžky trhliny zo zosnímaných obrázkov, (iv) spresnili postupy merania a vyhodnocovania indentačných experimentov (DSI) vypracovaním modelu, ktorý rešpektuje a zohľadňuje lokálne deformácie častice v mikroštruktúre.

#### **Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku** (max. 20 riadkov)

Summarized results of the project: new knowledge about strain behavior of deep drawing cold rolled steel sheets with respect to the load rate and presence of the notch. The effect of load

rate on  $R_e$ ,  $R_m$ ,  $R_e/R_m$ , strain homogeneity as well as deep drawing parameter was established. The effect of loading frequency during fatigue loading on S-N curve in air and in corrosion was established. R-curve as stable crack growth resistance was used for characterising the strain behavior in the notch/crack area. For individual steel sheets the R-curves were measured respecting the effect of rolling direction, notch type and loading rate for base metal and for laser weld. The plastic zone size was measured and the behavior of the stretch zone was described. The individual indentation curves for particles as well for matrix were measured to characterise the local strain behavior. Progress achieved in the experimental technique and methods: (i) optimization of testing procedure to avoid the buckling of CT specimens and using a non contact videoextensometric technique for displacement measurement, (ii) new software for calculation of strain parameters (strain components, gradients, strain maps, statistics) based on videoextensometric displacement measurement on plane surface of a loaded specimen, (iii) new software for crack length measurement from pictures taken by CCD camera, (iv) new model based on respecting the local strain behavior of the particles in microstructure measured using the depth sensing indentation technique with the aim to improve the measurement quality of the indentation curves.

Svojím podpisom potvrdzujem, že údaje uvedené v záverečnej karte sú pravdivé a úplné a súhlasím s ich zverejnením.

**Zodpovedný riešiteľ**

prof. Ing. Ladislav Pešek, CSc.

V Košiciach 27. 01. 2011

**Štatutárny zástupca príjemcu**

Dr.h.c. prof. Ing. Anton Čižmár, CSc., rektor

V Košiciach 28. 01. 2011

.....  
podpis zodpovedného riešiteľa

.....  
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu