



## Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

**APVV-0682-11**

**Aplikácia progresívnych povlakov nástrojov pre zvýšenie efektívnosti a produktivity lisovania plechov z moderne koncipovaných materiálov**

Zodpovedný riešiteľ **prof. Ing. Emil Spišák, CSc.**

Príjemca **Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta**

### Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra strojárskych technológií a materiálov
2. Slovenská akadémia vied, Ústav materiálového výskumu
- 3.
- 4.
- 5.

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

1. Politechnika Rzeszowska
2. Politechnika Lublin
- 3.

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

1. KOTTFER, Daniel - FERDINANDY, Milan - DUSZA, Ján - LOFAJ, František, Zariadenie na vytváranie ochranných vrstiev na vnútorných plochách rotačných telies odparovaním látky elektrónovým lúčom, patent č. 288254, Banská Bystrica: ÚPV SR, 7 s, prihlasovateľ: Ústav materiálového výskumu SAV Košice, dátum udelenia patentu: 12.12.2014
- 2.
- 3.

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

1. Kaščák, Ľ. – Mucha, J. – Slota, J. – Spišák, E.: Application of modern joining methods in car production. Rzeszów. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, 2013, 143 s. 978-83-7199-903-8 (vedecká monografia)
2. Džupon, M. – Falat, L. – Slota, J. – Hvizdoš, P.: Failure analysis of overhead power line yoke connector. Engineering Failure Analysis, Vol. 33, 2013, s. 66–74. ISSN 1350-6307 (CC)

3. Mucha, J. – Kaščák, L. – Spišák, E.: The experimental analysis of forming and strength of clinch riveting sheet metal joint made of different materials. *Advances in Mechanical Engineering*, Vol. 2013, 2013, s. 1-12. ISSN 1687-8132 (CC)
4. KOTTFFER, D. – MARTON, M. – FERDINANDY, M. – TREBUŇA, P. – KACZMAREK, L.: A study of structural and wear properties of PACVD deposited a-C:H thin films for application as protective layers on Al alloys. *Physica Status Solidi A*, prijatý do tlače, ISSN 1862-6300 (CC)
5. SPIŠÁK, E. - MAJERNÍKOVÁ, J.: A Study of Thickness Change of Spherical Cup Made from TRIP Steel after Hydraulic Bulge Test. *Key Engineering Materials*, Vol. 635, 2015, s. 157-160. ISSN 1013-9826 (SCOPUS)

### **Uplatnenie výsledkov projektu**

Výsledky získané pri riešení projektu je možné aplikovať pri návrhu optimálnej technológie lisovania a tlakového spájania tenkých plechov rôznych akostí (oceľové pozinkované, pocínované a z hliníkových zliatin). Navrhnuté povlaky na základné vhodné materiály zvýšia trvanlivosť a životnosť tvárniacich nástrojov a znížia trenie v procese tvárnenia, čo umožní zvýšiť produkciu týmito nástrojmi o 20 až 100%. Overené postupy získavania mikrogeometrie povrchu z nástrojov, resp. výliskov pomocou replík na báze rýchlo vytvrdzujúcej dvojzložkovej pružnej silikónovej gummy RepliSet umožnia zistiť reálne opotrebenie nástroja priamo v prevádzkových podmienkach bez potreby jeho demontáže a následného zoraďovania. Návrh analytických modelov trenia a ich verifikácia umožnia optimalizovať návrh procesov lisovania plechov mazaním za účelom zvýšenia životnosti lisovacích nástrojov. Stanovenie medzných deformácií plechov umožní optimálne využiť vlastnosti plechov a využijú sa ako vstupy do simulačných programov pre procesy lisovania plechov.

### **CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV**

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

Ciele projektu vychádzali zo systémového a komplexného prístupu k riešeniu zvýšenia životnosti tvárniacich nástrojov riešením najmä tribologických procesov pri tvárnení plechov skúmaním vzťahu tribologických dvojíc nástroj - materiál pri strihaní, ťahaní, preťahovaní otvorov, ohýbaní a tlakovom spájaní plechov. Pre zmenu trecích pomerov pri tvárnení boli vybrané 3 povlaky: ZrN, TiCN a CrN. Za rozhodujúce výsledky možno považovať:

- určenie morfológie kontaktných plôch nástroja a plechu,
- experimentálne určenie súčiniteľa trenia, opotrebenia a zmeny mikrogeometrie povrchu výlisku a nástroja s povlakovanými plochami pri výrobe výliskov,
- verifikácia výsledkov trenia technologickou kališkovacou skúškou lisovateľnosti,
- návrh analytických modelov trenia a ich verifikácia, fraktálna analýza opotrebenia pri lisovaní,
- stanovenie medzných deformácií pozinkovaných (DP, TRIP), pocínovaných oceľových plechov a plechov zo zliatin hliníka pri rôznych trecích podmienkach,
- návrh metodiky verifikácie modelov trenia implementovaných v programovom súbore PAM-STAMP 2G trecou skúškou v oblasti pod pridržiavačom a na ťažnej hrane ťažnice,
- testovanie životnosti a opotrebenia povlakovaných tvárniacich nástrojov v prevádzkových podmienkach, zvýšenie životnosti o 20-100%,
- stanovený a overený postup nedeštruktívnej diagnostiky povrchu nástrojov aplikáciou replík na báze rýchlo vytvrdzujúcej dvojzložkovej pružnej silikónovej gummy RepliSet,
- testovanie koróznej odolnosti pozinkovaných a pocínovaných oceľových plechov po deformácií s poznatkom, že veľkosť deformácie podstatne znižuje koróznou odolnosť.

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

The project objectives were based on systematic and comprehensive approach to solving the increasing of lifetime of forming tools mainly by solving the tribological processes in sheet metal forming with observing the interaction of tribological pair tool – material in shearing, deep drawing, hole broaching, bending and mechanical joining. Three coating were chosen for changing the friction condition: ZrN, TiCN, CrN. As the decisive results the following can be considered:

- determining the morphology of the contact surfaces of the tool and sheets,
- experimental determination of coefficient of friction, wear and surface microgeometry changes of drawn part and tool with coating in production,
- verification of the results of friction by technological cupping test of formability,
- proposal of analytical models of friction and their verification, fractal analysis of wear in forming,
- determination of limit deformation of galvanized steels (Dual-Phase, TRIP), tinned steel sheets and sheets from aluminum alloys in various friction conditions,
- proposal of verification methodology of friction models implemented in the program PAM-STAMP 2G by friction test in the area under blank holder and on drawing edge of die,
- testing of lifetime and wear of coated forming tools in the operating conditions, lifetime increasing of 20-100%,
- realized and verified procedure of nondestructive testing of tool surface by application of replicas on the base of short curing two-component flexible silicone rubber RepliSet,
- testing of corrosion resistance of galvanized and tinsplate steel sheets after deformation with the results, that deformation significantly reduces corrosion resistance.

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

**Zodpovedný riešiteľ**

prof. Ing. Emil Spišák, CSc.

V Košiciach 27.07.2015

**Štatutárny zástupca príjemcu**

Dr.h.c. prof. Ing. Anton čižmár, CSc.

V Košiciach 27.07.2015

.....  
podpis zodpovedného riešiteľa

.....  
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu