

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-15-0696**

Výskum, výroba a prevádzkové overenie prototypových nástrojov pre tvárnenie výmenníkových rúr s tvarovo členitým vnútorným povrchom pre zvyšovanie efektívnosti energetických zariadení

Zodpovedný riešiteľ **doc. Ing. Michal Hatala, PhD.**Príjemca **Technická univerzita v Košiciach - Fakulta výrobných technológií, Prešov**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Technická univerzita v Košiciach – Fakulta výrobných technológií, Prešov - príjemca
ŽP Výskumno-vývojové centrum s.r.o. - spolupríjemca

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

1. Böhler - Uddeholm, Germany
2. CERATIZIT GmbH, Plansee, Reutte, Austria
3. CERATIZIT GmbH, Alserio, Italy
4. Tomas Bata University in Zlín, Faculty of Technology, Czech Republic
5. Poznan University of Technology, Faculty of Materials Engineering and Technical Physics, Poland
6. Faculty of Technical Systems and Energy Efficient Technologies, Sumy State University,
7. Brno University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering, Czech Republic
8. Institute of Geonics, Czech Academy of Sciences, Czech Republic
9. Kielce University of Technology, Poland
10. Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Czech Republic
11. Tomas Bata University in Zlín, Faculty of Technology, Czech Republic

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

Patentová prihláška PP 50067-2020 - Tvárniaci nástroj s grafitovými vložkami na zvýšenie mazacieho efektu

Pôvodcovia: prof. Ing. Michal Hatala, PhD., Ing. František Botko, PhD.

Prihlasovateľ: Technická univerzita v Košiciach

Prihláška úžitkového vzoru PÚV 50127-2020 - Tvárniaci nástroj s grafitovými vložkami na zvýšenie mazacieho efektu

Pôvodcovia: prof. Ing. Michal Hatala, PhD., Ing. František Botko, PhD.

Prihlasovateľ: Technická univerzita v Košiciach

Prihláška úžitkového vzoru PÚV 50125-2020 - Prípravok na kontrolu rotačných komponentov vírivými prúdmi s kompenzáciou efektu oddialenia

Pôvodcovia: prof. Ing. Michal Hatala, PhD., Ing. František Botko, PhD.

Prihlasovateľ: Technická univerzita v Košiciach

Prihláška úžitkového vzoru PÚV 50126-2020 - Prípravok na kontrolu tolerancie kruhových výrobkov vírivými prúdmi

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

1. Hatala, M., Botko, F., Mital, D. (2020). Non-Destructive Techniques for Testing Cold Drawn Tubes, Ram – Verlag, Nemecko. ISBN: 978-3-942303-97-2.
2. Sutak, D., Hatala, M., Mital, D., Duplakova, D. & Botko, F. (2021). Comprehensive analysis of cold formed tube in drawing process using simulation, International Journal of Simulation Modelling – article in press
3. Botko, F., Bella, P., Hatala, M., Beraxa, P., Lehocká, D., & Sutak, D. (2020). Effect of friction coefficient change on internally shaped tubes drawing process using finite elements method. Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, 51(7), 948-956.
4. Neshta, A., Kryvoruchko, D., Hatala, M., Ivanov, V., Botko, F., Radchenko, S., & Mital, D. (2018). Technological Assurance of High-Efficiency Machining of Internal Rope Threads on Computer Numerical Control Milling Machines. Journal of Manufacturing Science and Engineering, 140(7).
5. Šuťák, D., Hatala, M., Dilýová, M., Botko, F., & Poklemba, R. (2020). Reduction of Tubes Diameter by the Die and Mandrel in Simulation Software. TEM Journal, 9(1), 380-385.
6. Botko, F., Hatala, M., Botková, D. (2020). Technológia tvárnenia Procesy objemového tvárnenia, 1. vyd. Košice : Technická univerzita v Košiciach, 92 s. ISBN 978-80-553-3647-3.
7. Hatala, M., Botko, F., Peterka, J., Bella, P., & Radic, P. (2020). Evaluation of strain in cold drawing of tubes with internally shaped surface. Materials Today: Proceedings, 22, 287-292.
8. Šuťák, D., Zajac, J., Hatala, M., Botko, F., Čižmár, P., Bittner, A., & Beták, P. (2020). Simulation of rifled tubes drawing process. MS&E, 776(1), 012051.
9. Botko, F., Hatala, M., Botkova, D., & Radchenko, S. (2020). Mechanical analysis of the rotating drawing mandrel with selected bearings configuration. STED Journal, 2 (2), 9-12.
10. Botko, F., Hlaváček, P., Lehocká, D., Foldyna, V., Hatala, M., & Simkulet, V. (2019, November). Effect of Abrasive Water Jet Machining on the Geometry of Shapes in Selected Tool Steels. In International Conference on Water Jet-Research, Development, Applications (pp. 49-55). Springer, Cham.
11. Botko, F., Hatala, M., Beraxa, P., Czan, A., Duplakova, D., & Zajac, J. (2017). Evaluation of hardness parameters of TiCN coating. In 2nd EAI International Conference on Management of Manufacturing Systems (p. 88). European Alliance for Innovation (EAI).

Uplatnenie výsledkov projektu

Primárne uplatnenie hlavných výsledkov projektu APVV je predovšetkým vo výrobe rôznych priemerov rúr s vnútorným tvarovo členitým povrchom s následnou aplikáciou v energetických zariadeniach (napr. tepelné výmenníky). Rúry s vnútorným tvarovo členitým vnútorným povrchom signifikantne zvyšujú energetickú účinnosť energetických zariadení, kde pôsobením centrifugálneho efektu dochádza ku lepšiemu kontaktu tekutej fázy tepelného média s vnútorným povrchom takejto rúry a výrazne sa zväčšuje špecifická plocha rúry. Vzhľadom na vysoké požiadavky, ktoré sú v súčasnosti kladené na efektívnosť energetických zariadení z pohľadu znižovania uhlíkovej stopy je toto riešenie významným krokom ku zvyšovaniu efektivity energetických zariadení. V rámci riešenia vedľajších cieľov projektu došlo ku aplikácií materiálov na báze práškových nástrojových ocelí s vysokovýkonnými Duplex povlakmi do procesu ťahania hladkých rúr, ako náhrada za nástroje vyrobené zo spekaného karbidu. Celkovo je možné konštatovať, že výsledky riešenia projektu majú potenciál rozšíriť znalosti v procesoch objemového tvárnenia za studena.

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

V priebehu riešenia projektu boli činnosti smerované ku komplexnému návrhu nástrojov pre tvárnenie rúr s vnútorným tvarovo členitým povrchom v jednotlivých krokoch od analýzy súčasného stavu problematiky, cez prvotné návrhy nástrojov pre tvárnenie rúr a simulačné overenie geometrie nástrojov a ich pevnostných charakteristík pomocou metódy konečných prvkov. V ďalších krokoch výskum pokračoval v testovaní rôznych kombinácií substrát-povlak, pre dosiahnutie optimálnej konfigurácie tvárniacich nástrojov z hľadiska ich

funkčných vlastností a životnosti. Súbežne prebiehalo testovanie inovatívnych postupov nedeštruktívneho testovania za účelom efektívnej detekcie povrchových a podpovrchových chýb nástrojov a konečného produktu. Záverečné fázy projektu boli zamerané na aplikáciu nástrojov na ťahanie hladkých rúr v reálnej výrobe a výrobu rúr s vnútorným tvarovo členitým povrchom s použitím prototypových nástrojov. Je možné konštatovať, že stanovené ciele projektu boli úspešne naplnené.

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

During the project solution, activities were aimed at a comprehensive design of tools for forming pipes with an internal shaped surface in individual steps from the analysis of the current state of problematics, through the initial design of tools for forming tubes and simulation verification of tool geometry and strength characteristics using the finite element method. In the next steps, the research continued to test various substrate-coating combinations, in order to achieve the optimal configuration of the forming tools in terms of their functional properties and durability. At the same time, innovative non-destructive testing procedures were tested in order to effectively detect surface and subsurface defects of tools and the final product. The final phases of the project were focused on the application of tools for drawing tubes in real production and the production of tubes with an internal shaped surface using prototype tools. It can be stated that the set goals of the project were successfully met.