



Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

APVV-18-0402

Inovácia technických riešení uzlov generátora elektónového lúča EB 4.0

Zodpovedný riešiteľ **Ing. František Kolienič, PhD.**

Príjemca **PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a.s.**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

PRVÁ ZVÁRAČSKÁ a.s., Kopčianska 14, 851 01, Bratislava

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Pri riešení projektu nespupracovalo žiadne zahraničné pracovisko.

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

V rámci projektu boli Úradu priemyselného vlastníctva SR podané dve prihlášky úžitkových vzorov.

Názov prihlášky: Nerozoberateľný spoj vytvorený tavením určený na minimalizáciu deformácií výrobku

Pôvodca: Kolienič František, Ing. PhD., Fodrek Peter, Ing., PhD., Dr. h. c., Lipár Slavomír Ing., PhD.

Prihlasovateľ: PRVÁ ZVÁRAČSKÁ a. s.

Číslo prihlášky: PUV 94-2022 zo dňa 12.07.2022

Zverejnené vo Vestníku Úradu priemyselného vlastníctva SR, č. 21 – 2022, zo dňa 10.11.2022, str.61, ISSN - 2453-7551

Názov prihlášky: Systém pozorovania zvaracieho procesu v osi elektrónového dela

Pôvodca: Kolienič František, Ing. PhD., Fodrek Peter, Ing., PhD., Dr. h. c., Lipár Slavomír Ing., PhD., Mašťalík Pavol, Ing.

Prihlasovateľ: PRVÁ ZVÁRAČSKÁ a. s.

Číslo prihlášky: PUV 91-2022 zo dňa 18.07.2022

Zverejnené vo Vestníku Úradu priemyselného vlastníctva SR, č. 21 – 2022, zo dňa 10.11.2022, str.62, ISSN – 2453-7551

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

1. Kolienič F.: Spracovanie povrchov kovových materiálov laserom a elektrónovým lúčom, zborník prednášok z vedeckého seminára PZVAR Meeting 2019, Demänovská dolina, október 2019, ISBN 987-80-89421-14-5

2. Sekerka, R., Kolienič F., Koršňák P., Darovec R., Dřímál D.: Modulácia zvaracieho prúdu pri elektrónovolúčovom zvaraní hliníkových zliatin, ZVÁRAČ-profesional XVII/3/2020, Strany 14 až 19,

ISSN 1336-5045

3. Kolenič F., Kunštek D., Sekerka R. Kováč L.: Štúdium možností automatického navádzania elektrónového lúča na zvarový spoj. Zborník z konferencie: Technológia zvarovania – Technológia rozvoja priemyslu Európskej únie, Bratislava, november 2020, AlumniPress 2020, ISBN 978-80-8096-265-4.
4. Sekerka R., Kolenič F., Brdečka M., Koršňák P., Kunštek D.: Regulácia zvlínenie zvaracieho prúdu pomocou napäťového zdroja ohrevu katódy, ZVÁRAČ profesionál XVIII/3/2021, október 2021, str. 9-14, ISSN 1336-5045
5. Brdečka M., Sekerka R., Kopecký M.: Nová koncepcia dynamického riadenie zvaracieho prúdu elektrónolúčového zvaracieho zariadenia, Zborník z vedeckej konferencie „Technológia zvarovania 2021– Technológia rozvoja priemyslu Európskej únie, Bratislava, november 2021, AlumniPress 2021, ISBN 978-80-8096-287-6, EAN 9788080962876
6. Kunštek D., Sekerka R., Kopecký M.: Generátor ľubovoľných priebehov pre aplikácie vychýľovania a technologických pohybov elektrónového lúča, Zborník z vedeckej konferencie „Technológia zvarovania 2021– Technológia rozvoja priemyslu Európskej únie, Bratislava, november 2021, strany 1-12, AlumniPress 2021, ISBN 978-80-8096-287-6, EAN 9788080962876
7. Kolenič F.: Elektrónolúčové technológie – špecifiká, aplikácie a zariadenia, Zborník prednášok z konferencie PZVAR MEETING 2021, Demänovská Dolina, október 2021, ISBN 978-80-89421-16-9, EAN 9788089421169
8. Sekerka R., Kolenič F., Koršňák P.: Optimalizácia vstupno-výstupných signálov zvaracieho zariadenia v prostredí s vysokou mierou rušenia, ZVÁRAČ profesionál XIX/3/2022, str.9-15, ISSN 1336-5045
9. Dřímál D.: Zváranie Cr-Mo ocelí elektrónovým lúčom, Zborník z konferencie PZVAR MEETING 2022, Demänovská Dolina, september 2022, ISBN 978-80-89421-18-3, EAN 9788089421183
10. Kolenič F.: Modul pulzácie zvaracieho prúdu elektrónového lúča, poster, Zborník z konferencie PZVAR MEETING 2022, Demänovská Dolina, september 2022, ISBN 978-80-89421-18-3, EAN 9788089421183
11. Darovec R., Kolenič F., Sekerka R., Koršňák P., Kopecký M.: Zvýšenie odolnosti meracích kanálov elektrónolúčových zariadení v prostredí s vysokou mierou rušenia, Zborník z vedeckej konferencie „Technológia zvarovania 2022– Technológia rozvoja priemyslu Európskej únie, Bratislava, november 2022, ISBN 978-80-8096-294-4, EAN 9788080962944
12. Dřímál D. Kováč L., Sekerka R., Kasenčák M.: The Quality Improvement of Welded Joints of Die-Cast Al Alloys Using Oscillation and Current Modulation of the Electron Beam Proc. from the 14. INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRON BEAM TECHNOLOGIES – EBT 2022, 26 June – 1 July 2022 Varna,

Uplatnenie výsledkov projektu

Hlavným cieľom riešeného projektu bolo zvýšenie technickej úrovne obvodových riešení vybraných modulov elektrónolúčových zariadení so zameraním na riešenia, využívajúce najnovšie poznatky, adekvátne materiály a najmodernejšiu súčiastkovú základňu slaboprúdovej a silnoprúdovej elektroniky. Zameranie projektu na výskum a nové riešenia modulov pulzácie zvaracieho prúdu, na zvýšenie odolnosti meracích kanálov voči interferencii vstupujúcej do systému vzdušnými a metalickými cestami v prostredí s vysokým rušením a riešenie merania napätia ríadiacej elektródy na strane vysokého napätia s použitím optických vlákien predstavujú aktuálne problémy dizajnu moderných generátorov elektrónového lúča a stavia tieto produkty do konkurenčne výhodného postavenia. Zvyšovanie spoľahlivosti inovovaných elektrónolúčových zariadení, rozširovanie nových možností pre technologický výskum a poskytovanie kľúčových informácií o parametroch procesu pre operátora počas chodu zariadenia výrazne zvyšujú uplatnenie týchto zariadení v širokej priemyselnej praxi. Modul pulzácie, ktorý je postavený na koncepcii inovácie obvodov regulačnej slučky, je realizovaný na primárnej strane vysokonapäťového traktu. Napájacie, filtračné a spätnoväzobného obvody sú navrhnuté s cieľom zabezpečiť pulzáciu zvaracieho prúdu vo frekvenčnom rozsahu 50 až 100 Hz s hĺbkou modulácie jednosmernej

zložky zväracieho prúdu do 80 %. Modul je cenovo nenáročný a môže byť implementovaný predovšetkým do univerzálnych elektrónovolúčových zariadení. Vzhľadom na maximálnu frekvenciu pulzácie do 100 Hz je určený predovšetkým pre zváranie valcovaných zliatin ľahkých kovov a chróm niklových ocelí. Modul pulzácie zväracieho prúdu je založený na princípe budenia vstupných obvodov bombardového napätia katódy pomocou riadiacej elektroniky umiestnenej vn časti zdrojovej sústavy. Predstavuje principiálne nový koncept riadenia pulzácie zväracieho prúdu s výrazne vyšším frekvenčným rozsahom pulzácie 0 do 500 Hz s hĺbkou modulácie jednosmernej zložky zväracieho prúdu do 100%. Nový modul nachádza svoje uplatnenie vo vysokoproduktívnych elektrónovolúčových zväracích zariadeniach pri zváraní komponentov tlakovoliatych hliníkových a horčíkových zliatin ako je široký sortiment výmenníkov tepla pre hybridných a elektrických automobilov, korpusy skrií počítačových prístrojov, deformačných bezpečnostných elementov a podobne. Zvýšenie odolnosti elektrónovolúčových zariadení voči penetrácii interferenčných signálov vzdušnými a metalickými cestami je základným predpokladom pre zlepšenie ich spoľahlivej prevádzky aj v priemyselnom prostredí s vysokou mierou rušenia. Implementácia dosiahnutých výsledkov do konštrukcie nových elektrónovolúčových zväracích zariadení sa bude podieľať na zvýšení konkurencieschopnosti riešiteľskej organizácie pri dodávkach pre externých odoberateľov. Modul merania napätia na riadiacej elektróde elektrónového dela pomocou elektroniky s optickým vláknom sa využíva na meranie zmeny emisnej schopnosti a stupňa degradácie katódy elektrónového dela. Primárne je určený na implementáciu do vysokoproduktívnych elektrónovolúčových zväracích zariadení, určených na hromadnú priemyselnú výrobu.

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

Cieľom projektu bolo zvýšenie technickej úrovne vybraných modulov elektrónovolúčových zariadení. Pri riešení boli využité najnovšie poznatky v danej oblasti vedy a techniky a najmodernejšia súčiastková základňa elektrických. Projekt bol zameraný na inováciu modulov pulzácie zväracieho prúdu v dvoch variantných riešeniach, na zvýšenie odolnosti meracích kanálov proti interferencii vstupujúcej do systému vzdušnými a metalickými cestami a na návrh merania napätia riadiacej elektródy na strane vysokého napätia s použitím optických vlákien. Z hľadiska riešiteľa sú problémy považované za vysoko aktuálne. Implementácia výstupov projektu do vyrábaných elektrónovolúčových zväracích zariadení zvyšuje ich konkurencieschopnosť. Modul pulzácie bol riešený v dvoch variantoch. Variant 1 modulu pulzácie bol postavený na inovácii obvodov regulačnej slučky prúdu na primárnej strane systému generovania lúča. Dosiahnuté parametre sú plne v súlade so stanovenými cieľmi. Variant 2 modulu pulzácie zväracieho prúdu využíva budenie vstupných obvodov bombardového napätia katódy pomocou riadiacej elektroniky umiestnenej vo vn časti zdrojovej sústavy. Ide o principiálne nové riešenie riadenia pulzácie zväracieho prúdu s výrazne vyšším frekvenčným rozsahom pulzácie zväracieho prúdu a jeho hĺbky modulácie. Využíva sa najmä pri zváraní komponentov tlakovoliatych hliníkových a horčíkových zliatin pre elektrické a hybridné automobily. Zvýšenie odolnosti elektrónovolúčových zariadení voči penetrácii interferenčných signálov garantuje ich spoľahlivú prevádzku aj v náročnom priemyselnom prostredí. Modul merania napätia riadiacej elektródy sa využíva na on-line detekciu hodnoty emisného prúdu katódy a stupňa jej degradácie pri dlhodobom nepretržitom zváraní. Funkčné moduly boli zhotovené ako kompaktné celky s využitím modulárneho systému Schroff – Pentair. Plánované ciele projektu boli naplnené vo všetkých štyroch etapách projektu.

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

The goal of the project was to increase the technical level of selected modules of electron beam devices. The project was focused on the innovation of the welding current pulsation modules in two variant solutions, on increasing the resistance of the measurement channels to interference entering the system through air and metallic paths, and on the design of voltage measurement of the control electrode on the high voltage side using optical fibers. The implementation of the project's outputs into manufactured electron beam welding equipment increases their competitive position. The pulsation module was designed in two variants. The first variant of the pulsation module was built on the innovation of the current

control loop circuits on the primary side of the beam generation system. The achieved parameters are fully in line with the set goals. The second variant of the welding current pulsation module uses excitation of the input circuits of the cathode bombardment voltage by means of control electronics located in the vn part of the beam generation system. It is a fundamentally new solution for controlling the pulsation of the welding current with a significantly higher frequency range of the pulsation of the welding current and its modulation depth. It is mainly used for welding components of die-cast aluminum alloys for electric and hybrid cars. Increasing the resistance of electron beam devices to the penetration of interference signals guarantees their reliable operation even in a demanding industrial environment. The voltage measurement module of the control electrode is used for online detection of the value of the emission current of the cathode and the degree of its degradation during long-term continuous welding. The functional modules were made as compact units using the Schroff-Pentair modular system. The planned objectives of the project were fulfilled in all four stages of the project.