

Formulár ZK - Záverečná karta projektu

Riešiteľ: PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a. s.	Evidenčné číslo projektu: APVV-0067-06
Názov projektu: Moderný systém generovania a monitorovania elektrónového lúča pre priemyselné aplikácie	

Na ktorých pracoviskách bol projekt riešený:	PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a. s.
	Materiálovotechnologická fakulta STU v Trnave
Ktoré zahraničné pracoviská spolupracovali pri riešení (názov, štát):	žiadne

Udelené patenty alebo podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory vychádzajúce z výsledkov projektu:	žiadne
Publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu (uved'te i publikácie prijaté do tlače): <i>Uvádzajte maximálne päť najvýznamnejších publikácií.</i>	Kolenič F., Dřimal D., Ulrich K., Kovaříková I., Hodulová E., Marônek M.: New Approach to the Precise EB of Gears for Automotive Industry, IIW Document IV-957-08, IIW Annual Assembly, Graz, July 2008, p. 1-11.
	Kolenič F., Fodrek P.: Electron Beam Welding of Gear-wheels with Extreme Demands, Proceedings of 8th International Welding Symposium, 16-18 November 2008, Kyoto, Japan.
	Iždinská Z., Kolenič F.: Svojstva sojedeninij dupleksnoj neržavejušcej stali SAF 2205, vypolnennych elektronno-lučevoj svarkoj, Svarščik No. 2 2008, s. 26-30.
	Kolenič F., Kováč L., Sekerka R.: VN zdroj 60 kV/12 kW s IGBT tranzistormi pre elektrónolúčové zváranie, Časopis pre elektrotechniku a energetiku, ročník 13, október 2007, mimoriadne číslo ku konferencii Elektrotechnika a informatika 2007, str. 83-87.
	Kolenič F.: Súčasný stav rozvoja vysokoproduktívnych elektrónolúčových zvaracích zariadení na Slovensku, Zborník prednášok 12. Seminára ESAB, 1.4.2008 Trnava, s. 50-59.
V čom vidíte uplatnenie výsledkov projektu:	Výsledky projektu umožnia výrobu novej generácie elektrónolúčových zvaracích zariadení, ktoré sú porovnateľné so svetovou úrovňou.

Charakteristika výsledkov

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu (max. 20 riadkov) - slovensky:

Výsledkom riešenia projektu je systém generovania a monitorovania elektrónového lúča pre priemyselné aplikácie zvarovania, spracovania povrchov a pretavovania kovových materiálov vo vákuu s výkonom do 30 kW. Na základe výsledkov aplikovaného výskumu bol zhotovený funkčný model energobloku spoločne s vákuovou komorou, systémami čerpania komory a kanóna ako aj polohovacími systémami kanóna a zvarenca, ktorý umožnil verifikáciu dosiahnutých technických parametrov energobloku. Bolo preukázané, že cieľové technické parametre energobloku boli splnené vo všetkých parametroch - urýchľovacie napätia regulovateľné od 20 do 60 kV, výkon elektrónového lúča regulovateľný do 30 kW, stabilita urýchľovacieho napätia je $\pm 1,0 \%$, zvlnenie špička-špička max. 1% a reprodukovateľnosť $\pm 1,0 \%$. Stabilita zvaracieho prúdu je $\pm 0,5 \%$, zvlnenie špička-špička 2%, reprodukovateľnosť $\pm 0,5 \%$. Stabilita fokusačného prúdu je $\pm 0,5 \%$, zvlnenie špička-špička 0,5% a reprodukovateľnosť $\pm 0,5 \%$.

Protivýbojová ochrana zvarového spoja s časom obnovenia režimu zvarovania do 8 ms. Riadiaci systém, odolný voči vplyvom pracovného prostredia, umožňujúci jednoduché riadenia a ovládanie zariadenia miestne i diaľkovo pomocou linky Ethernet alebo Profibus. Použitím nových silových a regulačných obvodov riadenia a stabilizácie bol dosiahnutý čas nábehu a dobehu zvaracieho prúdu od 3 ms, stabilita pracovného bodu katódy $\pm 1,0\%$, životnosť katódy minimálne 120 hodín nepretržitej prevádzky. Navádzanie lúča na zvarový spoj paralelne s osou lúča je vyriešené systémom pozorovania CCD kamerou cez elektrónový kanón t. j. v osi lúča. Diagnostika elektrónooptických parametrov lúča je riešená meraním veľkosti bombardovacieho napätia a prúdu, napätia riadiacej elektródy a emisnej schopnosti katódy počas prevádzky.

Maximálne dosiahnutá hĺbka prietavu na oceli bola 87 mm pri zvaracom výkone 30 kW ($U=60$ kV; $I_z=500$ mA) a rýchlosti zvarovania $2 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$. Technologická aplikovateľnosť bola overená sériou skúšok na sledovanie vplyvu zvaracích parametrov (I_z , I_f , poloha ohniska) a potvrdená skúškami zvarovania obežných kolies turbokompresorov.

Summary of the project results and the fulfillments of the project goals (max. 20 lines) - english:

The project solution resulted in a system for generation and monitoring of electron beam for industrial applications of welding, surface treatment and remelting of materials in vacuum with the power up to 30 kW. Based on the results of applied research, a functional model of power-block was built, together with a vacuum chamber, system for vacuum pumping of chamber and electron canon, as well as the positioning systems of canon and weldment, enabling verification of the achieved technical parameters of the power-block. It was shown, that all target technical parameters of power-block have been met for all items – the accelerating voltage controllable from 20 to 60 kV, power of electron beam controllable up to 30 kW, stability of accelerating voltage $\pm 1.0 \%$, peak – peak undulation max. 1% and reproducibility $\pm 1.0 \%$. Stability of welding current is $\pm 0.5 \%$, peak – peak undulation 2%, reproducibility $\pm 0.5 \%$. Stability of focusing current is $\pm 0.5 \%$, peak – peak undulation 0.5% and reproducibility $\pm 0.5 \%$.

Discharge protection of weld joint is assured with welding regime recovery time within 8 ms. Control system is resistant against the effects of working environment, allowing a simple manipulation and control of equipment, in both local and remote modes, making use of Ethernet or Profibus line. By use of new power and regulating circuits for control, the rise- and fall-time of welding current are ranging from 3 ms, stability of working point of cathode varies around $\pm 1.0\%$, with minimum cathode life attaining 120 hours of continuous service. Beam guidance of electron beam paralelly with beam axis is solved by an observing system using CCD movie camera through the electron beam, i. e. in the beam axis. Diagnostics of electron and optic parameters of beam is solved by measuring the values of bombardment voltage and current, voltage of control electrode and by the emission capacity of cathode during operation.

Maximum attainable penetration depth on steel was 87 mm at 30 kW welding power ($U=60$ kV; $I_z=500$ mA) and at welding speed of $2 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$. Technological feasibility was approved by a series of tests oriented to observing the effect of welding parameters (I_z , I_f , focus position) and was also verified by an actual welding of turbocompressor runners.

Podpisom záverečnej karty riešiteľ vyjadruje svoj súhlas so zverejnením údajov v nej uvedených.

Podpis zodp. riešiteľa:

Dátum: 29. 1. 2009

Podpis štatutárneho zástupcu:

Pečiatka: