

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-0681-10**

Výskum zvariteľnosti austenitických bórom legovaných ocelí

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

Príjemca **PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a. s.**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. PRVÁ ZVÁRAČSKÁ, a. s., Kopčianska 14, 851 01 Bratislava
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

- 1.
- 2.
- 3.

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. Dřímál D., Kolnič F.: Laserové zvaranie austenitických B legovaných ocelí vyrobených metódami práškovej metalurgie a valcovaním odliatej bramy, ZVÁRAČ profesionál X/1/2013, str. 11 – 14.
2. Dřímál D., Palacka M., Pasko M.: Влияние локального нагрева сварного шва на коррозионную стойкость аустенитных сталей, легированных бором., Сварщик, 2014, pripravené na publikovanie.
- 3.
- 4.
- 5.

Uplatnenie výsledkov projektu

Výsledky, ktoré boli dosiahnuté v procese riešenia projektu, budú uplatnené vo vlastnom výrobnom procese riešiteľa. Zavedením vyvinutých technologických postupov laserového zvarovania absorpčných puzdier pre externých zákazníkov sa dosiahnu dva výrazné efekty. Rozšírenie možnosti laserového zvarovania na moderné valcované materiály typu ASTM 304 B4B a 304 B6B a aj najnovšie materiály, vyrobené metódou práškovej metalurgie typu ASTM 304 B4A na jednej strane a zlepšenie ekonomiky procesu výroby aplikáciou vhodných pevnolátkových laserov na druhej strane. Predpokladáme výrobu minimálne 700 až 1200 kusov absorpčných puzdier ročne v prevažnej miere na export. V prípade potreby bude možné rozšíriť výrobu aj na uspokojenie požiadaviek domáceho trhu.

CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

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

Cieľom projektu bol výskum parametrov laserového zvarovania austenitických bórom legovaných ocelí, ktoré spĺnia podmienky pre ich primyselné využitie v jadrovej energetike. Boli použité valcované materiály typu ASTM 304 B4B a 304 B6B a najnovšie materiály, vyrobené metódou práškovej metalurgie typu ASTM 304 B4A. Pri experimentoch boli využité laserový CO₂ generátor typu AF8 s výkonom 8kW, pevnolátkový laser IPG YLR 4500 s výkonom 4,5 kW a diskový laser TRUDISC 8002 s výkonom 8kW. Boli navrhnuté a realizované 3 experimentálne zvaracie pracoviská s automatickým zberom dát, sofistikované experimentálne upínacie a manipulačné stendy pre aplikáciu spektra plynov pre ochranu povrchu aj koreňa zvaru s teplotou plynov pri izbovej teplote, pri teplote tuhého CO₂ a pri teplote tekutého dusíka. Experimenty boli fokusované na výskum podmienok, pri ktorých sa zníži alebo zastaví difúzia chrómu z medzikrištáľovej oblasti do boridických častíc. Týmto mechanizmom sa ochudobňujú oblasti na hranici zŕn o legujúci prvok (Cr), ktorý je zodpovedný za koróznú odolnosť materiálu. Bolo overené, že mechanizmu difúzie nie je možné zabrániť strmým teplotným cyklom procesu laserového zvarovania aplikáciou všetkých použitých typov laserov ani zvýšením strmosti teplotného cyklu hlbokým podchladením ZM ani aplikáciou podchladených ochranných plynov. Bolo experimentálne overené, že aplikácia aktívnej plynovej ochrany(He+ N₂) zlepšuje koróznú odolnosť materiálu až do obsahu 1,3 hm % bóru. Bolo preukázané, že aplikácia pevnolátkových laserov pri zvaraní týchto typov ocelí výrazne zlepšuje ekonomiku výroby z dôvodu vzššej absorpcie laserového žiarenia, nižšej spotreby ochranných plynov a vyššej účinnosti laserového generátora.

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

The aim of the project was research of laser welding parameters of borated austenitic stainless steels which meet requirements for their industrial use in nuclear industry. Rolling materials of type ASTM 304 B4B and 304 B6B and advanced materials made by a powder metallurgy method of type ASTM 304 B4A were used. CO₂ laser generator of type AF8 with power 8 kW, fibre laser IPG YLR 4500 with power 4,5 kW and disc laser TRUDISC 8002 with power 8 kW were used in experiments. 3 experimental welding workstations with automated data collection, sophisticated experimental clamping and handling stands for the application spectrum of gases to protect the surface of a weld root with the gas at room temperature, at the temperature of solid CO₂ and at the temperature of liquid nitrogen. Experiments were focused on research of conditions in which chromium diffusion from intercrystal area into borated particles have been reduced or stopped. By this mechanism areas in the grain boundary are impoverished of alloying element chromium which is responsible for material corrosion resistance. It has been verified that the mechanism of diffusion cannot be avoided by steep thermal cycling process of laser welding application of all types of lasers, or by increasing the slope of the temperature cycle supercooling ZM or application of supercooled gases. It has been experimentally verified that the application of active gas protection (He + N₂) improves the corrosion resistance of a material up to a content of 1.3 wt % boron. It has

been shown that the application of solid-state lasers for welding these types of steels greatly improves the efficiency of production due to a higher absorption of laser radiation, lower consumption of protective gas and higher efficiency of the laser generator.

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

Zodpovedný riešiteľ

Ing. František Kolenič, PhD.

V Bratislave 30.01.2014

Štatutárny zástupca príjemcu

Ing. Peter Fodrek, PhD.

Ing. Jana Rychtáriková

V Bratislave 30.01.2014

.....
podpis zodpovedného riešiteľa

.....
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu