

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-15-0723****Vývoj technológie zvárania pre unikátne creepové ocele vyvíjané v Železiarniach Podbrezová, a.s.**Zodpovedný riešiteľ **Ing. Ľuboš Mráz, PhD.**Príjemca **Výskumný ústav zvaračský**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Projekt bol realizovaný dvoma riešiteľmi, a to Výskumným ústavom zvaračským, s pracoviskom na Račianska 71, 83259 Bratislava a Železiarne Podbrezová- Výskumno-vývojové centrum s.r.o. s pracoviskom na adrese Kolkáreň 35, 97681 Podbrezová.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Na realizácii projektu sa nepodieľalo zahraničné pracovisko.

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

Na udelení priemyselného vzoru autori pracujú spoločne s právnickou kanceláriou ktorá sa zaoberá patentovou ochranou.

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

1. Peter Brziak, Ludovit Parilak, Peter Pastier, Pavol Beraxa, Pavel Bekec, Jozef Pecha, Maria Utility properties of creep resistant boron and nitride containing martensitic steel base metal and weld deposits , Tretia publikácia je schválená na publikovanie v časopise Welding In the World.

Publikácia bola schválená hlasovaním pracovnej skupiny IX-C (creep steels) na IIW Annual Assmebly ktorá sa konala v 7/2019 v Bratislave. Číslo v ktorom bude uverejnená ešte nie je známe. Určite to však bude v roku 2020.

2. Ľudovít PARILÁK, Pavel BEKEČ, Pavol BERAXA, Martin FUJDA, Peter BRZIAK, Milan SRNKA5 Mikroštruktúra a subštruktúra 9CrNB ocele po vysokoteplotnej austenitizácii Schválené do časopisu Zváranie 3/2019

Uplatnenie výsledkov projektu

Výsledky projektu umožnia Železiarniam Podbrezová a.s. vyrábať a predávať najmodernejšie martenzitické creepové ocele s úžitkovými vlastnosťami ktoré sú lepšie ako doposiaľ najlepšia štandardizovaná oceľ – P92.

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

V rámci projektu bola vyvinutá technológia zvárania pre nové martenzitické ocele odolné proti tečeniu (obsahujúce B a N) vyvinuté v Železiarniach Podbrezová a Výskumným

Ústavom Zvaračským. V rámci samostatného projektu sa ukázalo že creepové vlastnosti vyvinutej ocele boli lepšie ako vlastnosti ocele P92 (v súčasnosti najlepšia na trhu). Hlavným cieľom projektu však bolo preukázať, že novo vyvinutá ocel je zvariteľná a pri danej teplote a napätí creepových skúšok zvarových spojov nedochádza k drastickému poklesu doby do lomu čo je typická vlastnosť všetkých novo vyvinutých martenzitických ocelí odolných voči tečeniu pri skúškach keď sa skúška nad 10 000 hodín (iniciácia trhlin IV typu). Aby sa to dosiahlo, boli zvarané dve rúry vyrobené z vyvinutých ocelí: s hrubou stenou 88,9 x 2,5 mm a s tenkou stenou 38 x 5 mm pomocou procesov TIG a MMA. Podmienky a parametre zvarania boli stanovené podľa osvedčených postupov Výskumného Ústavu Zvaračského. Krátkodobé mechanické vlastnosti vykázali vynikajúce vlastnosti z hľadiska pevnosti - boli definované diagramy žihania pre hromadnú výrobu. Creepové skúšky zvarových spojov pri 650 ° C a 625 ° C ukázali vynikajúce vlastnosti vyvinutej ocele a aplikovanej technológii zvarania v porovnaní s najlepšou dostupnou martenzitickou odolnou oceľou proti tečeniu na trhu - P92. Pre porovnateľné namáhanie a skúšobné bola vývojová ocel jej zvary lepšia o 25°C ako zvary ocele P92. Inými slovami - pri 625 ° C bola vyvinutá ocel a jej zvarence rovnako dobré ako ocel P92 pri 600 ° C. Paralelne prebiehali podrobné skúšky makroštruktúry až po úroveň transmisnej elektrónovej mikroskopie na uhlíkových replikách a tenkých fóliách spolu s difrakčnou a EDX analýzou. Železiarňam Podbrezová bolo odporúčané začať s výrobou ocele.

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

Within the project, the welding technology was developed for new martensitic creep resistant steels (containing B and N) developed by Podbrezová Ironworks and Welding Research Institute. The creep properties of base metal developed were proved to be better than those for P92 steel (best in the market currently) within separate project. However, the main aim of the project was to prove that newly developed steel is weldable and it is not suffering to drastically decreased time to rupture at selected temperature/stress – which is typical feature of all newly developed creep resistant martensitic steel when creep tested more than 10 000 hours (type IV cracking initiation). To fulfil this the two tubes made of developed steels were welded: thick walled 88,9 x 2,5 mm and thin walled 38 x 5 mm by the means of TIG and MMA processes. Welding conditions and parameters were set up according to best practise of Welding Research Institute. Short term mechanical properties showed excellent properties in terms of tensile properties – tempering diagrams for mass production were defined. Creep test of welded deposits at 650°C and 625°C shown the superior properties of developed steel and applied welding technology compared to the best available martensitic creep resistant steel on the market – P92. For the comparable stress and testing temperature developed steel and its welds shown about 25°C values than P92 steel. In other words – at 625°C developed steel and its weldments is as good as P92 steel at 600°C. In parallel whole set of mechanical properties were obtained along with the thorough microstructure investigation up to transmission electron microscopy on carbon replicas and thin foils along with diffraction and EDX analyses. It was recommended to Zeleziarne Podbrezova to start commercial production of the steel.