

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2013/214



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1.Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L2-2303
Naslov projekta	Razvoj modificirane robustne varilne naprave za MIG/MAG varjenje visokotrdnostnih jekel
Vodja projekta	3551 Janez Grum
Tip projekta	L Aplikativni projekt
Obseg raziskovalnih ur	5316
Cenovni razred	A
Trajanje projekta	05.2009 - 04.2012
Nosilna raziskovalna organizacija	782 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	209 INSTITUT ZA VARILSTVO d.o.o., Ljubljana 245 Varstroj Tovarna varilne in rezalne opreme d.d. 277 ACRONI, podjetje za proizvodnjo jekla in jeklenih izdelkov, d.o.o. 796 Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko 1710 SLOVENSKE ŽELEZARNE - ELEKTRODE JESENICE 2570 Proizvodno, trgovsko in storitveno podjetje d.o.o. LITOSTROJ JEKLO izdelava kakovostnih jeklenih ulitkov, d.o.o.
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.10 Proizvodne tehnologije in sistemi 2.10.02 Izdelovalna tehnologija
Družbeno-ekonomski cilj	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija

2.Raziskovalno področje po šifrantu FOS¹

Šifra	2.10
- Veda	2 Tehniške in tehnološke vede
- Področje	2.10 Nanotehnologija

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3.Povzetek raziskovalnega projekta²

SLO

Izvedena raziskava s strani podjetja Varstroj, d.d. iz Lendave predstavlja prispevek k nadaljnjemu razvoju obstoječe družine mikroračunalniško podprtih varilnih naprav s trgovskim nazivom VARMIG Synergic, ki jo uspešno tržijo predvsem na tujih trgih. V zadnjem obdobju prihaja v svetu do novih trendov v razvoju varilnih naprav, ki zagotavljajo večjo produktivnost in kakovost varjenih konstrukcij. To je izjemno pomembno pri uporabi visoko trdnih, jeklenih, zelo zahtevnih varjenih konstrukcijah, kjer je izjemno pomembna kakovost zvarov in s tem tudi kakovost varjene konstrukcije. Pri tem jim je v oporo dolgoročno sodelovanje z japonskimi proizvajalci, ki zagotavljajo sodelovanje na skupnem razvoju varilnih naprav ter omogočajo prodajo na njihovem trgu in tudi v svetu. Zato Varstroj pospešeno deluje na določenem segmentu raziskav in na razvoju novih varilnih izvorov. Razvita in testirana je izdelana varilna naprava, ki je prilagojena za impulzivno MIG/MAG varjenje. Modificirani robustni izvor varilnega toka ustreza težkim pogojem uporabe, kjer mora biti zagotovljeno stabilno delovanje naprave. Modificirani robustni napravi omogoča realizacijo novih opcij varilnih postopkov, digitalno regulacijo toka in hitrosti dodajanja žice, uporabniško prirejen vmesnik (sinergijsko nastavljanje parametrov), možnost programske in komunikacijske nadgradnje ter sprotno spremljanje kakovosti procesa in zvarov.

V izvedbi projekta so upoštevani zadnji izsledki na področju varilnih tehnologij na osnovi katerih bo predlagana strojna in programska oprema krmilnikov na inteligentni osnovi. Raziskava predstavlja nadgradnjo programske opreme s sistemom za sprotno spremljanje kakovosti zvara zasnovane na umetnih nevronskih mrežah, mehki logiki in na genetskem algoritmu optimiranja.

Razvoj modificiranja naprave oziroma izvora varilnega toka je bilo izrazito interdisciplinarno delo, ki je vključevalo tako strokovnjake s področja elektrotehnike, regulacijske tehnike iz računalništva, kot tudi strokovnjake s področja materialov in varilnih tehnologij. Projekt je bil uporabniško orientiran, zato so bili vključeni domači proizvajalci osnovnih (Acroni) in dodatnih materialov (Elektroda) ter uporabniki varilnih naprav (ADK in Litostroj Jeklo).

Raziskava vključuje primerjavo rezultatov varilnih preizkusov za obstoječo in modificirano varilno napravo, saj smo le tako lahko ocenili kakovost nove varilne naprave.

ANG

Study carried out by Varstroj, d.d. from Lendava represents contribution to advancement of the existing family microcomputer-aided welding devices called VARMIG Synergic, which has been efficiently on sale, particularly in foreign markets. In the last period there have been noticed new trends in the development of welding devices, which assure higher productivity and higher quality of welded structures. This is exceptionally important with high strength steels used in various, often very exacting welded structures, in which weld quality was very important. The new trends in the development of welding devices have been confirmed in the manufacture and sale of thyristorized power sources worldwide, a trend which should be joined by Varstroj. This is supported by Varstroj's long term cooperation with Japanese manufacturers who will in the future a sell offer devices from Lendava to Japan and worldwide. Consequently, Varstroj Lendava has been working intensively on further research and development of welding power sources within the project.

The welding device adapted to pulsed MIG/MAG welding was developed, tested and manufactured. The computer system integrated in the modified robust welding device should permit new options of welding process, digital regulation of current and wire feed speed, user-adopted interface (synergic parameter setting), possibility of program and communication upgrading and on-line monitoring of process quality and weld quality.

In the project the latest findings in the field of welding technologies were considered. On their basis, machine equipment and program equipment of controllers on intelligent basis were proposed. Equipment was upgraded with the system of on-line monitoring of weld quality based on neural networks, fuzzy logic and genetic algorithms of optimization.

The advancement of the modified device, i.e. welding power source, required explicit interdisciplinary work of experts from the fields of electronics, regulation engineering, computer science, materials, and welding technologies. The project involved also users, i.e. domestic manufacturers of parent metals (Acroni Jesenice) and filler materials (Elektroda Jesenice) and users of welding devices (ADK Hoče, Maribor and Litostroj Jeklo, Ljubljana).

The research included comparison of the results of the welding experiments made with the

existing welding device and those obtained with the modified welding device because this permitted assessment of quality of the new device.

4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu³

Nov tiristorski vir varilnega toka za impulzno MIG/MAG varjenje tipa VARMIG 600 T44 Synergy je plod razvoja v okviru razvojno-raziskovalnega projekta, kjer sodeluje šest slovenskih razvojno-raziskovalnih inštitucij. Zaradi dobrih krmilnih lastnosti oblike pulzov ima tiristorski varilni vir številne prednosti, ki pridejo v poštev pri varjenju visokotrdnostnih jekel z zagotavljanjem stabilnejših pogojev varjenja, učinkovitejšo optimizacijo varilnih parametrov ter s tem tudi višjo kakovost zvarnih spojev iz visokotrdnostnega mikrolegiranega drobnozrnatega jekla. Nov tiristorski vir varilnega toka, s konstantno sinusno širinsko krmiljeno obliko impulzov toka, je bil uspešno integriran v serijsko proizvodnjo varilnih aparatov. V povezavi s tem so se v tem letu izvajala testiranja delovanja varilnega aparata s spremljajočimi meritvami in analizami delovanja naprave. Rezultati kažejo, da je varilni vir zanesljiv in da omogoča ustrezno krmiljenje procesa s stabilnim delovanjem, zaradi česar bi lahko sledila masovna zamenjava obstoječih varilnih aparatov s tiristorskimi varilnimi izvori za varjenje specialnih visokotrdnostnih jekel, kar predstavlja nove ekonomske možnosti za slovenskega proizvajalca varilnih virov.

Razvit je bil tudi matematični model, ki je zasnovan na poznavanju lastnosti posameznih fizikalnih pojavov v elektro-obločnem procesu varjenja, kot so električni tokokrog varilne naprave, dinamika obloka, proces odgorevanja dodatne elektrode in drugi. Modelu električnega obloka je dodan simulacijski model inverterskega močnostnega izvora varilne naprave. Simulirano je delovanje enosmernega-enosmernega (DC-DC) pretvornika s polnim mostičem in ustrezno izvedenim regulatorjem toka. Ugotovljeno je bilo ujemanje električnega toka s tokom referenčne vrednosti. Predlagani modeli in simulacije, ki temeljijo na povezovanju simulacijskih modelov varilnih izvorov in simulacijskih modelov varilnih procesov, so uporabni za razvoj in testiranje novih močnostnih vezij inverterskih varilnih izvorov, kot je na primer resonančni inverter. Razvito simulacijsko okolje je bilo uporabljeno za testiranje tiristorskega varilnega izvora in MIG/MAG elektro-obločnega postopka varjenja. Simulirano je bilo delovanje klasičnega tiristorskega mostiča s sekundarno regulacijo varilnega toka ter primerjava z alternativnimi izvedbami. Prve raziskave so pokazale nekatere možnosti izboljšav karakterističnih lastnosti pri uporabi pasivnega vezja, kot so večji izkoristek, manjši povratni vpliv na električno omrežje ter večja kontrola varilnega toka varilnega izvora s tiristorskim mostičem. Preizkušene so bile inovativne izvedbe tiristorskih mostičev in pasivnih elementov na primarni strani transformatorja. Pravilna izbira parametrov pasivnih vezij omogoča krmiljenje varilnega toka za realizacijo pulznega načina varjenja z enim samim tiristorskim mostom. Simulacije bodo v pomoč pri nadaljnjem izboljševanju elektronskega vezja močnostnega varilnega izvora s tiristorskim mostičem, ki ga bomo v prihodnjem letu testirali v varilnem viru VARMIG 600 T44 Synergy.

Nadaljnje raziskave na področju modeliranja varilnega procesa trifazne tiristorske naprave za impulzno varjenje tipa VARMIG 600 T44 Synergy z namenom izboljšanja krmilnih lastnosti. Z numeričnimi modeli za simulacijo elektro-obločnega procesa varjenja in modeli za simulacijo polprevodniško krmiljenih močnostnih varilnih izvorov smo simulirali dinamično obnašanje varilnega izvora s trifaznim tiristorskim mostičem. Preizkusili smo tri izvedbe varilnega izvora, ki temeljijo na uporabi pasivnih sit na primarni strani transformatorja. Rezultati kažejo, da lahko s primernim načinom proženja tiristorskega mostiča, generiramo tako enosmerni varilni tok, kakor tudi varilni tok pulzne oblike. Spektralna analiza je potrdila prisotnost višjih harmonskih komponent v izmeničnem toku na primarni strani transformatorja. Z uporabo ustreznega pasivnega sita lahko pomembno zmanjšamo jalovo moč in povečamo faktor moči varilnega izvora. Slabost uporabe pasivnih sit je v višji ceni izdelka, saj so potrebni dodatni elementi na primarni strani močnostnega varilnega izvora. S spektralno analizo smo raziskali zakonitosti pojava harmonskih komponent in za izboljšanje krmilnih lastnosti naprave predlagali dodatna pasivna sita na primarni strani tiristorskega varilnega izvora.

Opravljen je eksperimentalno delo varjenja za preverjanje uspešnosti tiristorskega aparata v laboratorijskih pogojih na visokotrdnostnem jeklu z oznako W.Nr 1.8933.

Izdelan je eksperimentalni sistem za varjenje vzorcev atest etalonov s tiristorskim varilnim izvorom VARMIG 600 T44 Synergy s pripadajočo opremo pri spremljanju parametrov med procesom varjenja. Za analizo kakovosti zvarnega spoja in materiala smo pripravili več preizkusnih etalonov z različnimi kombinacijami osnovnega materiala iz visokotrdnostnega jekla, dobavljenega pri

nemškem proizvajalcu jekla Dillinger Hütte ter enakega jekla, dobavljenega pri slovenskem proizvajalcu jekel Acroni Jesenice. Uporabljena dodatna materiala sta bila masivna žica premera 1.2 mm »Union X 90« avstrijskega proizvajalca Böhler Schweißtechnik Austria GmbH ter masivna žica premera 1.2 mm »MIG 90« proizvajalca Elektrode Jesenice. Visokotrdnostno jeklo je zaradi visoke vrednosti ogljikovega ekvivalenta izredno težavno za varjenje, zato pri varjenju s previsokim vnosom energije pride do prenizke žilavosti zvarnega spoja, medtem ko pri prenizkem vnosu energije nastanejo t.i. zlepi oz. neprevarjena mesta zvarnega spoja. Za doseg ustreznega vnosa energije med varjenjem smo uspešno opravili optimizacijo najpomembnejših varilnih parametrov, to so jakost električnega toka $I[A]$, električna napetost $U[V]$, hitrost varjenja v $[cm/min]$ in temperatura predgrevanja $T(^{\circ}C)$ pri avtomatiziranem dovodu dodatnega materiala v varilno kopel.

Optimizacija varilnih parametrov se je izvedla s podporo uveljavljenih eksperimentalnih metod v raziskovalnem delu ter na temelju dobre inženirske prakse. Uporabljena so bila analitična orodja pri preračunu temperaturno-časovno odvisnega polja pri obločnem varjenju za nadzor nad vnosom energije ter za preračun časa ohlajanja zvarnega spoja v občutljivem temperaturnem območju ohlajanja od 800 $^{\circ}C$ na 500 $^{\circ}C$. Upoštevani so bili ukrepi pri varjenju visokotrdnostnega jekla za zmanjšanje možnosti vnosa vodika v zvar ter za zmanjšanje višine zaostalih napetosti zaradi krčenja materiala pri strjevanju taline in zaradi mikrostrukturnih faznih transformacij med ohlajanjem. Med posameznimi fazami gradnje večvarkovnega zvarnega spoja etalona so bile izvedene neporušne preiskave z vizualnim, ultrazvočnim in rentgenskim pregledom. Po varjenju je bila kakovost zvarov skladna z zahtevami standarda EN ISO 5817 (razred B).

Izvedena je bila primerjalna spektralna analiza kemijskih elementov osnovnih materialov obeh dobaviteljev, ki je pokazalo minimalno odstopanje v kemijski sestavi.

Dodatno so se izvedli natezni preiskusi zvarnih spojev v skladu s standardom SIST EN ISO 6892-1 pri 20 $^{\circ}C$ na napravi Roell Amsler Dynamic Testing. Vsi spoji so presegli predpisano mejo tečenja osnovnega materiala ($R_{p0,2}$) 960 MPa ter natezno trdnost (R_m), višjo od 1026 MPa.

Dodatni preiskusi udarne žilavosti zvarnih spojev so bili izvedeni na vzorcih z V-zarezo v skladu s standardom SIST EN ISO 10045-1:2000 na Charpyjevem udarnem kladivu proizvajalca Roell Amsler Dynamic Testing. Preiskovanje se je izvajalo pri temperaturi -40 $^{\circ}C$, in sicer za tri orientacije zareze glede na usmerjenost spoja, v korenu, temenu ter s strani. V vseh primerih spoji presegajo predpisano minimalno vrednost dela za porušitev vzorcev, ki znaša 27 J. Najvišjo udarno žilavost ima spoj, izdelan iz osnovnega materiala Dillimax965T in dodatnega materiala MIG 90, ki znaša 82 J. Najnižjo udarno žilavost ima spoj, izdelan iz jekla Micral960 z varilno žico Union X90, katerih udarno delo za porušitev v povprečju znaša 37 J.

Dodatno so bili izvedeni tudi tri-točkovni upogibni preiskusi zvarnih spojev preko valjastega trna je bil izveden v skladu s standardom EN ISO 7438. Izdelani so bili po štiri preizkušanci za posazen etalon, in sicer dva za testiranje korena in dva za testiranje temena zvara pri upogibni deformaciji do kota 180°. Preiskusanec uspešno opravi test, če med upogibanjem ne pride do poškodbe. Med preizkušanjem spoja, izdelanega iz jekla Dillimax965T z varilno žico Union X90 ni prišlo do poškodb. V spoju, ki je bil izdelan iz jekla Micral960 z varilno žico MIG 90, je le en od štirih preiskušancev uspešno opravil test, na ostalih vzorcih pa so se pojavile poškodbe v obliki razpok v toplotno vplivanem področju.

Preizkuse mikrotredote zvarnih spojev se je izvedlo po Vickersovi metodi z 10-kg obtežbo. Izmerjene vrednosti se gibljejo med 329 in 420 HV_{10} . Pri vseh zvarnih spojih je prišlo do povišanih vrednosti mikrotredot v toplotno vplivanem področju tik ob talilni meji, kjer mikrotredota presega vrednost 400 HV_{10} . Izmerjene vrednosti so v okviru pričakovanih vrednosti za varjene spoje iz visokotrdnostnega jekla S960 QL.

Poleg laboratorijskih testov z nadzorovanimi pogoji, je bil varilni aparat preiskušani v najtežjih pogojih, in sicer pri varjenju nosilnih konstrukcij velikih stiskalnic z veliko maso v podjetju Litostroj Jeklo. Po oceni tehnologov iz omenjenega podjetja, naprava ustreza njihovim zahtevam in lahko nadomešča varilne aparate tujih uveljavljenih znamk.

5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev⁴

- Matematični model elektro-obločnega varilnega postopka z dodatno elektrodo smo prilagodili

simulacijam močnostnega izvora varilne naprave. Simulacijski rezultati omogočajo hiter razvoj regulacijskih algoritmov. Hkrati so rezultati simulacij pokazali uporabnost predlaganega pristopa pri razvoju in analizi novih varilnih postopkov, npr. pulzno varjenje z programskim vodenjem oblike pulzov. Simulacijske metode smo uspešno uporabili tudi pri raziskavah alternativnih električnih vezij močnostnih izvorov s tiristorskimi mostiči.

Simulirali smo nekaj izvedb električnih vezij tiristorskega mostiča z dodatno uporabo trifaznih pasivnih sit, ki problem višje harmonskih signalov na primarni strani varilnega izvora omilijo.

Načrtovani preiskusi mehanskih, mikro- in makro-strukturnih ter mikro-kemijskih lastnosti zvarnih spojev iz visokotrdn. jekla S960QL, izdelanih z varilnim izvorom Varmig 600 T44 Synergy, s čimer smo potrdili ustreznost varilnega izvora za varjenje visokotrdnostnih jekel. Izdelana je navzkrižna primerjalna analiza mikro-strukturnih in mehanskih lastnosti materiala zvarnih spojev iz nemškega in slovenskega osnovnega materiala ter avstrijskega in slovenskega dodatnega materiala.

Eksperimentalna postavitev tiristorskega varilnega izvora VARMIG 600 T44 Synergy s pripadajočo dodajno napravo za dovod žice, postavitev in montaža podajalne naprave z izdelavo, podložne mize za vodenje vozička. Izvedena je optimizacija varilnih parametrov z neporušno kontrolo kakovosti atestnih kosov z ultrazvočno in rentgensko preiskavo. Zasnova in izvedba eksperimenta za primerjavo kakovosti zvarnega spoja iz visokotrdnostnega jekla nemškega in slovenskega proizvajalca z dodatnim materialom avstrijskega in slovenskega proizvajalca osnovnega materiala. Izvedeni so bili preostali varilni preizkusi in izvedene so bile spremljajoče metalografske analize, analiza mikrotrdote in zaostalih napetosti, natezni in upogibni preizkus ter lomno-mehanski preiskusi, ob dodanih preizkusih udarne zarezne žilavosti zvarnega spoja.

Oba proizvajalca materialov, ki sta tudi aktivno udeležena pri projektu, Acroni Jesenice in Elektrode Jesenice, imata pridobljen evropski certifikat kakovosti. Njihovo razvojno delo je usmerjeno v nadaljnjo izboljšavo proizvodnega procesa osnovnih in dodatnih materialov, za zagotavljanje čim višje kakovosti zvarnih spojev iz visokotrdnostnega jekla ²S960QL².

Strokovnjaki, zaposleni v sodelujočih razvojno-raziskovalnih inštitucijah, so medsebojno sodelovali v raziskavi ter z izmenjavo mnenj in vzajemnim delom prispevali pomemben del pri izdelavi sklepov strokovnega poročila. Izsledki raziskav se bodo implementirali v proces za izboljšavo kakovosti zvarnih spojev, analize pa bodo objavljene v domačih in tujih strokovnih revijah.

6. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁵

Ni sprememb.

7. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁶

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	11872539	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Vpliv legirnih elementov v Al-Si zlitinah na proces laserskega pretaljevanja
		<i>ANG</i>	Influence of the alloying elements in Al-Si alloys on the laser remelting process
	Opis	<i>SLO</i>	V delu je obravnavana mikrostruktura in trdota različnih Al-Si litin po procesu laserskega pretaljevanja. Na lite vzorce se je vplivalo z različnimi vnosi laserske energije, pri čemer se je pogoje pretaljevanja spreminjalo z različnimi močmi laserskega snopa, defokusom in hitrostjo pomika laserskega snopa po obdelovancu. Zadostna enegija za pretaljevanje je bila določena v območju 165 in 477 J/mm ² . Po strjevanju lasersko pretaljenega površinskega sloja nastane finostrnata mikrostruktura. Taka mikrostruktura poveča trdoto Al-Si zlitin za 20-50%. Potek in velikost zaostalih napetosti pa je odvisen od ohlajevalnih hitrosti oz. od hitrosti pomika laserskega snopa.
			This paper reports on the treatment of different Al-Si alloys after laser surface remelting through analysis of the changes in microstructure and hardness of a modified surface layer. On as cast samples, laser remelting of the thin surface layer was carried out with different energy inputs into the sample surface. The remelting conditions were varied by application of

	ANG	different laser beam power, different degrees of defocusing and different laser beam travel speeds across the sample surface. With the selected remelting conditions for the thin surface layer a sufficiently high energy input into the surface of individual samples was ensured. It varied between 165 and 477 J/mm ² . After solidification of the surface remelted layer a fine-grained microstructure was formed. Such a microstructure was found to increase the hardness of the Al-Si alloys by 20 to 50%. The variation and size of the residual stresses greatly depend on the cooling rates determined by the laser travel speeds.
Objavljeno v		Gordon and Breach Science Publishers; Lasers in engineering; 2012; Vol. 22, no. 1/2; str. 47-61; Impact Factor: 0.159; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.27; Avtorji / Authors: Šturm Roman, Grum Janez, Božič Slavko
Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek

8. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁷

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	12293915	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Evaluacija korozijske odpornosti aluminijeve zlitine AA6082-T651 po utrjevanju z laserskimi udarnimi valovi z metodo ciklične polarizacije in EIS metod
		ANG	Evaluation of corrosion resistance of AA6082-T651 aluminium alloy after laser shock peening by means of cyclic polarisation and EIS methods
	Opis	SLO	Proces laserskega udarnega utrjevanja brez zaščitne prevleke pri različnih gostotah moči smo uporabili na aluminijevi zlitini AA6082 z namenom podrobne evalvacije korozijske odpornosti v 0.6 M NaCl vodni raztopini. Rezultati cikličnih polarizacijskih testov so potrdili izboljšano korozijsko odpornost po procesu LSP, kar se odraža z večjim pasivnim področjem, izboljšano možnostjo repasivacije ter redukcijo korozijskega toka celo za faktor 12 v primerjavi z osnovnim, neobdelanim vzorcem. Nadalje, rezultati EIS po 24 urni izpostavi so potrdili za faktor 7 večje vrednosti polarizacijske odpornosti LSP vzorcev v primerjavi z osnovnim materialom (45 kΩcm ² proti 6.7 kΩcm ²). Analiza foto elektronske spektroskopije (XPS) LSP vzorcev je potrdila kemično bolj stabilen oksidni film Al ₂ O ₃ večje korozijske odpornosti, z manjšim anodnim raztapljanjem, ki nastane zaradi učinka plazme ter udarnih valov.
		ANG	Laser shock peening (LSP) without ablative coating at various power densities was applied to AA6082 aluminium alloy to investigate corrosion behaviour in a 0.6 M NaCl solution. Cyclic polarisation results showed enhanced passivity with corrosion current reduction by as much as a factor of 12, compared to the untreated specimen. Additionally, EIS after 24 h confirmed almost seven times higher polarisation resistance after LSP, compared to the untreated specimen (45 and 6.7 kΩcm ²). XPS analysis indicated Al ₂ O ₃ enrichment, which contributed to higher corrosion resistance with reduced anodic dissolution of the LSP-treated surface due to plasma ablation and shock waves.
	Šifra	F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj
	Objavljeno v		Pergamon Press.; Corrosion science; 2012; Vol. 59; str. 324-333; Impact Factor: 3.734; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.755; A": 1; A': 1; Avtorji / Authors: Trdan Uroš, Grum Janez
	Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	12438043	Vir: COBISS.SI

	Naslov	SLO	Vpliv procesa utrjevanja z laserskim udarnimi valovi na 3D topografijo ter mehanske lastnosti Al zlitine 6082-T651
		ANG	Laser shock peening without absorbent coating (LSPwC) effect on 3D surface topography and mechanical properties of 6082-T651 Al alloy
	Opis	SLO	V raziskavi je podrobno analiziran vpliv laserskega udarnega utrjevanja brez zaščitnega absorberja (LSPwC) na aluminijevi zlitini Al 6082-T651, ki je bilo izvedeno s Q-preklopnim Nd:YAG laserjem valovne dolžine $\lambda=1064$ nm. Prvi del raziskave je usmerjen v karakterizacijo učinkov procesa LSPwC na tro-dimenzionalno (3D) topografijo površinskega sloja. V drugem delu je raziskan učinek LSPwC na usmerjenost teksture, mikrostrukturnih sprememb, t.j. površinskih kraterjev, ki nastanejo kot posledica večkratnih interakcij laserskih bliskov, ablacije površine, visoko-energetske plazme ter širjenja udarnih valovanj v obdelovanec. Zadnji segment dotične raziskave obravnava vpliv omenjenega procesa na spremembe mehanskih lastnosti iz vidika profila zaostalih napetosti ter mikrotrdote. Za podroben popis smo dodatno razvili še matematične modele z uporabo statistične faktorske analize ter metode odzivnih površin (MOP). Analiza zaostalih napetosti (ZN) v tankem površinskem sloju je potrdila znatne tlačne ZN po procesu LSPwC, z višjimi vrednostmi v transversalni smeri glede potek prehoda laserskega žarka. Pri tem so bile največje tlačne zaostale napetosti po tretiranju z 900 ter 2500 pulzov/cm ² v iznosu 407 ± 81 MPa in -346 ± 124 MPa, posamično. Nenazadnje, analiza poteka mikrotrdote po globini tankega površinskega sloja tretiranega materiala z uporabo MOP je potrdila izrazit porast po obeh stopnja prekrivanja, pri čemer je bila maksimalna LSPwC udarna globina pomaknjena celo do 800 μ m v pod-površje. Nadalje, rezultati analiz so potrdili LSPwC za učinkovito metodo z izrazito homogenim potekom mikro-trdote tako v longitudinalni kot tudi transversalni smeri prehoda laserskega žarka.
		ANG	The influence of nanosecond laser pulses applied by laser shock peening without absorbent coating (LSPwC) with a Q-switched Nd:YAG laser operating at a wavelength of $\lambda=1064$ nm on 6082-T651 Al alloy has been investigated. The first portion of the present study assesses laser shock peening effect at two pulse densities on three-dimensional (3D) surface topography characteristics. In the second part of the study, the peening effect on surface texture orientation and micro-structure modification, i.e. the effect of surface craters due to plasma and shock waves, were investigated in both longitudinal (L) and transverse (T) directions of the laser-beam movement. In the final portion of the study, the changes of mechanical properties were evaluated with a residual stress profile and Vickers micro-hardness through depth variation in the near surface layer, whereas factorial design with a response surface methodology (RSM) was applied. The surface topographic and micro-structural effect of laser shock peening were characterised with optical microscopy, Infinite-Focus® microscopy and scanning electron microscopy (SEM). Residual stress evaluation based on a hole-drilling integral method confirmed higher compression at the near surface layer (33 μ m) in the transverse direction (min) of laser-beam movement, i.e. -407 ± 81 MPa and -346 ± 124 MPa, after 900 and 2500 pulses/cm ² , respectively. Moreover, RSM analysis of micro-hardness through depth distribution confirmed an increase at both pulse densities, whereas LSPwC-generated shock waves showed the impact effect of up to 800 μ m below the surface. Furthermore, ANOVA results confirmed the insignificant influence of LSPwC treatment direction on micro-hardness distribution indicating essentially homogeneous conditions, in both L and T directions.
	Šifra	F.02 Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Objavljeno v	Elsevier Sequoia; Surface & coatings technology; 2012; Vol. 208; Str. 109-116; Impact Factor: 1.867; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.183; A': 1; Avtorji / Authors: Trdan Uroš, Porro Juan A.,	

	Ocana Jose Luis, Grum Janez
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek

9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁸

/

10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁹

10.1. Pomen za razvoj znanosti¹⁰

SLO

Nova spoznanja na področju termične obdelave visokotrnostnih jekel, predvsem pri postopkih varjenja v zaščiti plinov. Pri varjenju visokotrnostnih konstrukcijskih jekel je območje ustreznega vnosa energije izredno pomembno za zagotavljanje kakovostnega zvarnega spoja. S tiristorskim varilnim virom, ki omogoča impulzno varjenje, se zagotavlja konstantne varilne pogoje in dobro ponovljivost zvarov pri kontroliranem vnosu energije z minimalnim brizganjem taline. Z optimizacijo varilnih parametrov dosežemo visoko kakovost zvarnih spojev iz visokotrnostnih jekel. Iz teh razlogov je za varjenje visokotrnostnih jekel primeren postopek impulznega MIG/MAG varjenja. Poleg tega so pomembne še druge izpeljanke MIG/MAG varjenja:

- MIG/MAG varjenje s stržensko žico z možnostjo izbire sestave stržena glede na zahteve po legiranju zvarnega spoja
- MIG spajkanje, ki je zelo primerno za spajanje pocinkanih pločevin
- AC/MIG postopek (uporaba izmeničnega varilnega toka, varjenje tankih pločevin z večjo zračno rezo..)

Postopek MIG/MAG varjenja je izredno primeren za avtomatizacijo in robotizacijo varilnega procesa. Z nastopom inverterne tehnologije pri izdelavi varilnih izvorov, pulznega varjenja, boljših mehanizmov za dodajanje varilne žice in uporabo ustreznih zaščitnih plinov (npr. mešanic, ki nujno vsebujejo plin argon) so se pojavile izboljšave konvencionalnega postopka varjenja. Njihov intenzivni razvoj poteka v smeri povečanja produktivnosti, ekonomičnosti in zanesljivosti delovanja za doseganje visoke kakovosti varjenih izdelkov.

ANG

The research results are relevant in the field of high strength steel heat treatment, particularly by gas shielded metal arc welding. The heat input is critical when welding high-strength steel. Thyristor MIG/MAG welding supply with constant sinusoidal pulse enables the droplet transfer of filler material during each pulse and softer welding with minimal spraying and controlled heat input. An important finding is that the heat input should be as low as possible and the welding process is implemented with setting the initial and final level of welding current. These are the reasons why the standard MIG/MAG welding process is most suitable for welding the high strength steel. In addition to this standard MIG/MAG welding process the several other variants of the MIG/MAG welding procedures are important:

- MIG/MAG welding with flux-cored wires enables to adjust the chemical composition of weldments;
- MIG soldering (ideal for bonding galvanized thin plate);
- AC/MIG welding (use of AC welding current, welding of thin plates with wide gap,..)

The MIG/MAG welding process is ideal for automation and robotics welding applications. With appearance of the inverter-based welding power sources, impulse welding technology, better welding wire feed mechanisms, and using appropriate shielding gases (for example, mixtures with gas argon), a many improvements of the conventional welding process have occurred.

10.2. Pomen za razvoj Slovenije¹¹

SLO

Raziskali smo značilnosti postopkov MIG/MAG tehnologije s ciljem omogočiti podjetju Varstroj razvoj novih MIG/MAG varilnih naprav, ki bodo omogočile napredne varilne postopke z optimiranjem procesa. Za Republiko Slovenijo predstavljajo varilne tehnologije z optimiranjem procesa in proizvodnja varilnih naprav lahko zelo pomemben izvozni artikel, vendar pa je potrebno naprave posodobiti in zagotoviti višji tehnološki nivo, kar naj bi se odražalo v večji dodani vrednosti. Zato je potrebno v naslednjih letih nadgraditi obstoječe varilne naprave s sodobnejšimi. Rezultati raziskave bodo predstavljeni širši strokovni javnosti doma in v tujini na specializiranih znanstvenih srečanjih in z objavami v znanstveni in strokovni periodiki. Sofinancerji/uporabniki pričakujejo od projekta razvoj nove serije izdelkov – varilnih naprav, ki bodo omogočale izvedbo izpopolnjenih oziroma novih varilnih tehnologij. Z novimi izdelki se pričakuje uspešna uveljavitev na tujih trgih z višjim cenovnim razredom, kar pomeni povečanje konkurenčne sposobnosti na tujih trgih. Posredno bodo rezultati raziskave vplivali na dvig kakovosti varjenih konstrukcij iz visokotrdnostnih jekel.

ANG

The MIG/MAG welding technology and characteristics of MIG/MAG processes are investigated with the aim to enable the project partner Varstroj, the development of the new series of MIG/MAG welding equipment, which will make possible to realize the advanced welding processes. The welding technologies and manufacture of welding power supplies represent one of major export products for Slovenia. The majority of these product, however, is of a too-low technological level, shown in too low added value, so that they need to be upgraded in the years to come or be replaced by more modern ones. The research results will be presented to a wider professional audience at home and abroad at various congresses and in periodic technical and scientific publications. The beneficiaries are expected a series of new products, i.e. welding power supplies, which will allow the applications of several new welding methods. The new products in a higher price range are expected to increase competitiveness at foreign markets. Indirectly, the research results will affect also an increase of the quality of high strength steel welded structures.

11. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!
Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni

Cilj		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen

	Uporaba rezultatov	Delno
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE

	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen

	Uporaba rezultatov	Delno
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

Komentar

/

12.Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!
Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	☐	☐	☐	☒	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	☐	☐	☐	☒	
G.01.03.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	☐	☐	☐	☒	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	☐	☐	☐	☒	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	☒	☐	☐	☐	
	Zmanjšanje porabe materialov in					

G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti					
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost					
G.02.07.	Večji delež izvoza					
G.02.08.	Povečanje dobička					
G.02.09.	Nova delovna mesta					
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih					
G.02.11.	Nov investicijski zagon					
G.02.12.	Drugo:					
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti					
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti					
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij					
G.03.04.	Drugo:					
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01.	Dvig kvalitete življenja					
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja					
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave					
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti					
G.04.05.	Razvoj civilne družbe					
G.04.06.	Drugo:					
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura					
G.07.02.	Prometna infrastruktura					
G.07.03.	Energetska infrastruktura					
G.07.04.	Drugo:					
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo: 					

Komentar

/

13.Pomen raziskovanja za sofinancerje¹²

--	--

	Sofinancer		
1.	Naziv	ELEKTRODE JESENICE d.o.o.	
	Naslov	Cesta Železnarjev 8, 4270 Jesenice	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	5.434,80	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	3	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
		1. Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij, veščin	F.01
		2. Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	F.02
		3. Dvig tehnološke ravni	F.04
		4. Strokovna ocena znanja	F.30
		5.	
	Komentar	Projekt je pozitivno vplival na sodelovanje med partnerji projekta.	
	Ocena	Z novimi varilnimi izvori so bile preizkušene konkurenčne žice in novo-razvite varilne žice za varjenje drobnozrnatih visoko-trdnostnih jekel. Dodajni materiali so bili v projektu preizkušani pri različnih varilnih parametrih ter pri varjenju različnih spojev in parametrov z jekli domačih in tujih visokotrdnostnih drobnozrnatih jekel. Izdelana so bila podrobna preizkušanja in analize zvarnih spojev. Rezultati so pripomogli k oceni novo razvitih varilnih materialov proizvajalca Elektrode, pripomogli so pri optimiranju pogojev varjenja drobnozrnatih materialov, kar je koristno tako za proizvajalca dodatnih materialov, proizvajalca jekel, proizvajalca opreme in tudi zelo pomembno- za končne uporabnike, ki bodo izvajali varilska dela pri varjenju konstrukcij iz preizkušanih in njim sorodnih materialov.	
2.	Naziv	ADK d.o.o.	
	Naslov	Miklavška cesta 59, 2311 Hoče	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	13.034,00	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	6	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
		1. Izsledki raziskav bodo pomagali pri izboljšavi kakovosti zvarnih spojev	F.04
		2.	
		3.	
		4.	
		5.	
	Komentar	/	
	Ocena	Rezultati tega projekta in tudi ostalo delo, s katerim v podjetju ADK d.o.o. poizkušamo dvigniti tehnološko raven, nam zagotavljajo dolgoročno konkurenčnost in obstoj.	
3.	Naziv	VARSTROJ d.d.	
	Naslov	Industrijska ulica 4, 9220 Lendava	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	17.408,71	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	8	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra

	1.	Razvoj novega izdelka za podjetje Varstroj, d.d. Lendava	F.06
	2.		
	3.		
	4.		
	5.		
	Komentar	Zahteve po varjenju visokotrdnostnih jekel je najlažje izpolniti s sodobnimi varilnimi napravami za impulzno MIG varjenje, ki imajo varilni izvor inverterne gradnje (npr. primarni inverter, ki je v bistvu v celoti elektronski izvor in se krmili z mikroprocesorjem), vendar te naprave spadajo v višji cenovni razred. Cenejša alternativa so MIG/MAG varilne naprave klasične gradnje s tiristorsko regulacijo jakosti varilnega toka, ki pa so nadgrajene z mikroprocesorjem. To omogoča tudi programsko izbiro varilnih parametrov in popolno sinergetsko upravljanje (tudi možnost nastavitve oz. izbire začetnega toka za sigurni vžig in pretalitev osnovnega materiala za preprečitev nalepk na začetku zvara, kot tudi možnost izbire zaključnega toka za polnjenje kraterja na koncu varjenja). V zahtevnih in grobih industrijskih pogojih dela se je izkazalo, da so te naprave v primerjavi z inverternimi izvori tudi manj podvrženi okvaram in zastojem. a) V prvi fazi projekta je bil izdelan funkcionalni prototip pod imenom VARMIG 600 T44 Synergy, ki ima sekundarno regulacijo varilnega toka preko trifaznega polnokrmiljnega tiristorskega mosta. Krmiljenje je izvedeno z mikroprocesorsko enoto, ki omogoča tudi shranjevanje ustrezne tehnološke baze za varilne programe. b) V drugi fazi so opravljeni varilni preizkusi na visokotrdnostnih jeklih pri vodilnih industrijskih uporabnikih v Sloveniji (ADK Hoče in LITOSTROJ Ljubljana) ob sodelovanju domačih proizvajalcev tovrstnih jekel (ACRONI Jesenice) in dodatnega materiala za varjenje (ELEKTRODA Jesenice).	
	Ocena	Ob upoštevanju rezultatov projekta se je v podjetju Varstroj Lendava uvedla redna proizvodnja varilnih naprav tipa VARMIG 600 T44 (podrobnejši podatki te varilne naprave so razvidni v prodajnem katalogu, ki je na spletni strani podjetja VARstroj: www.varstroj.si).	
4.	Naziv	LITOSTROJ JEKLO d.o.o.	
	Naslov	Litostrojska 44, 1000 Ljubljana	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	13.034,00	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	6	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
	1.	Izdelava visokotehnološke preoblikovalne linije Litostroj Ravne	F.10
	2.		
	3.		
	4.		
	5.		
		V okviru te naloge so se razvili novi varilni postopki, ki omogočajo bistveno boljši izkoristek in povečanje delovne učinkovitosti. Rezultati so uporabljeni tudi za popravila in konstrukcijsko spajanje visokotehnološko zahtevnih ulitkov v energetiki. Naloga je upravičila pričakovanja, ki smo jih imeli pri načrtovanju in je	

	Komentar	omogočila dvig kvalitete ravni varjenja. Litostroj Jeklo planira zamenjavo obstoječe varilne tehnologije in popoln prehod na novo razvite aparate in tudi promoviranje te tehnologije pri tujih kupcih, ki so največji svetovni proizvajalci energetske opreme, kar bo omogočalo prodor te opreme tudi v tujino.		
	Ocena	Ocenjujemo, da so vložena sredstva povsem upravičila pričakovanja in bodo omogočila v bodoče trženje in uporabo teh rešitev, kakor tudi izboljšanje ekonomike proizvodnih procesov.		
5.	Naziv	ACRONI d.o.o.		
	Naslov	Cesta Borisa Kidriča 44, 4270 Jesenice		
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		5.434,80	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		3	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja			Šifra
		1.	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	F.01
		2.	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	F.10
		3.	Prenos obstoječih tehnologij, znan, metod in postopkov v prakso	F.17
		4.	Strokovna ocena stanja	F.30
		5.		
	Komentar	V zvezi z razvojem novega varilnega aparata je bila izvedena vrsta navskršnih primerjav med uvoženo in Acronijevo vrsto jekla tipa S960 ter uvoženimi in varilnimi materiali, ki jih proizvajajo Elektrode.		
	Ocena	S to analizo je Acroni dobil podatke o obnašanju osnovnega materiala pri varjenju ter tudi primerjavo z Dillingenovim materialom. Testiranja so bila izvedena tako na osnovnem materialu, kot tudi v prehodni coni.		

14. Izjemni dosežek v letu 2012¹³

14.1. Izjemni znanstveni dosežek

/

14.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

/

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za
strojništvo

Janez Grum

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana,	14.3.2013
------------	-----------

Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2013/214

¹ Opredelite raziskovalno področje po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science). Prevajalna tabela med raziskovalnimi področji po klasifikaciji ARRS ter po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science) s kategorijami WOS (Web of Science) kot podpodročji je dostopna na spletni strani agencije (<http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/preslik-vpp-fos-wos.asp>). [Nazaj](#)

² Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

³ Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

⁵ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁶ Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)

⁷ Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁸ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

⁹ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja [Nazaj](#)

¹⁰ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹¹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹² Rubrike izpolnite / prepisite skladno z obrazcem "izjava sofinancerja" <http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>, ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

¹³ Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2012 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analyze/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2013 v1.00

8E-08-3B-71-B0-CC-AB-81-E1-82-EF-E7-1C-B4-1D-36-97-95-39-8E