

VARILNA TEHNIKA

Izdaja:
Slovensko društvo za varilno tehniko

Letnik: 70
ISSN 2463-9214



GLASILO DRUŠTEV ZA VARILNO TEHNIKO

WELDING REVIEW, ORGAN OF THE WELDING SOCIETIES

© Varilna tehnika letnik 70 (2019) številka 2. Izdano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.

© *Varilna tehnika Volume 70 (2019) Issue 2. Issued in Slovenia. All rights reserved.*

Impresum

Internet

<http://www.i-var.si/varilna-tehnika>

www.drustvo-sdvt.si/varilnatehnika

e-mail: arpad.koves@guest.arnes.si

Glavni in odgovorni urednik (*Editor*):

dr. ARPAD KÖVEŠ, univ. dipl. ing.

Uredniški odbor (*Editorial Board*):

Dr. MILOŠ JOVANOVIĆ

Doc. dr. GABRIEL RIHAR

Dr.-Ing. MIRO URAN

Dr. TOMAŽ VUHERER

Dr. DARJO ZULJAN

Naslov izdajatelja in uredništva:

Slovensko društvo za varilno tehniko,
Ptujška 19, SI-1000 Ljubljana,
tel.: +3861 280 94 00

Izdaja: v elektronski obliki na povezavi:

<http://www.i-var.si/varilna-tehnika>

Cena: brezplačna elektronska izdaja

ISSN: 2463-9214

KAZALO

VPLIVI IN ZAHTEVE ZA POČRNITVE RADIOGRAFSKIH FILMOV.....	1
MOŽNOST SIMULACIJE MIKROSTRUKTURE TVP Z UPORABO LABORATORIJSKE PEČI IN VARILNEGA SIMULATORJA	8
VARILCI - NAJ VAM BO VAŠE ZDRAVJE NA PRVEM MESTU!	18
72. LETNA SKUPŠČINA MEDNARODNEGA INSTITUTA ZA VARJENJE – IIW JE BILA V BRATISLAVI OD 7.7. DO 12.7.2019.....	21
IZOBRAŽEVALNI PROGRAMI INSTITUTA ZA VARILSTVO D.O.O.....	26

VPLIVI IN ZAHTEVE ZA POČRINITVE RADIOGRAFSKIH FILMOV

Effects and requirements of radiographic films densities

Matej Žgavec

Institut za varilstvo d.o.o.

Povzetek

Ocenjevanje radiografskega filma poteka v zaporedju potrjevanja vnaprej določenih kontrolnih točk. Na začetku vsakega ocenjevanja se najprej preveri ali so na filmu kakšne poškodbe, madeži, lise itd, kot posledica kemijske obdelave ali nepravilnega ravnanja pri izvedbi presevanja testnega materiala. Sledi preverjanje ustrezne počrnitve radiografskega filma, preverjanje zahtevanih vidnih doseženih žičk indikatorja kakovosti slike (IQI) in končno ocenjevanje vidnih nepravilnosti presevanega materiala. V tem članku bomo opisali vplive in zahteve za počrnitve radiografskih filmov, ki so v skladu z najbolj uporabnima standardoma EN ISO 17636-1:2013 in ASME BPVC, Section V:2015.

Ključne besede: radiografski film, počrnitev, zrnatost, denzitometer, stopničasti klin

Abstract

The evaluation of a radiographic film is carried out in a sequence of validation of predetermined checkpoints. At the beginning of each evaluation, the film shall first be checked for any damage, stains, spots, etc., as a result of chemical processing or improper handling at the exposure of the test material. This is followed by verification of the adequate radiographic optical density (film darkening) of the radiographic film, verification of the required visible achieved wires of the Image Quality Indicator (IQI), and finally evaluating of the visible imperfections of the material being under exposure. In this article, we will describe effects and the requirements for the radiographic density or film darkening of

radiographic films that comply with the most applicable standards, such are EN ISO 17636-1:2013 and ASME BPVC, Section V:2015.

Key words: radiograph, density, graininess, densitometer, step wedge

1. UVOD

Ocenjevanje rezultatov preizkušanja je vmesni ali končni del potrjevanje skladnosti nekega izdelka, ki ga izvajajo notranji oddelki za kakovost v podjetju ali zunanje pristojne kontrolne organizacije. Vizualnost trajnih zapisov o rezultatih preizkušanja je zelo pomembna, saj lahko na ta način primerjamo stanje materiala izdelka po končani proizvodnji, s stanjem med obratovalnim ciklom. Pri VT, PT in MT metodah preizkušanja to najbolj učinkovito prikažemo s fotografijami, pri UT nam to lahko omogočajo napredne tehnike in/ali programske opreme, pri RT s filmsko tehniko, pa je trajni zapis radiografski film ali radiogram. Verodostojnost kakovostnega radiograma je tesno pogojena s primerno doseženo stopnjo počrnitve radiograma, katera nam omogoča dober kontrast med področji z napakami in brez njih.

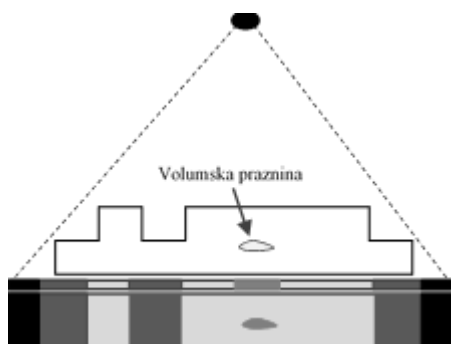
2. VPLIVI NA POČRnitev RADIOGRAMA

2.1 Absorpcija in slabljenje žarkov sevanja

Rentgenski X žarki in gama žarki izotopov, kot oblika sevanja, lahko prodrejo skozi material in nam s tem omogočijo volumski prikaz stanja materiala na slikovnem detektorju. Pri prehodu sevanja skozi material pride do pojava, da se nekaj žarkov absorbira v materialu oziroma pride do oslabitve žarkov.

Če presevam material z enakomerno debelino in gostoto, dobimo enakomerno absorpcijo in slabitev žarkov ter s tem enakomerno počrnitev. Pri prehodu skozi debelejšje dele materiala ali dele z višjo gostoto je absorpcija večja in s tem večja slabitev žarkov. V tem primeru se ta področja, kot so npr. nadvišenja temen zvarnih spojev, koren zvarnega spoja ali vključek volframa, na radiogramu vidijo kot svetlejši prikaz. Počrnitev je na teh področjih manjša. Obratno, pri prehodu skozi tanjše materiale in materiale z nižjo gostoto je absorpcija manjša in s tem manjša slabitev žarkov. Počrnitev je na teh področjih večja [1,2]. Kar pomeni, da se vse

volumske praznine, vse nepravilnosti v oblikah, ki zmanjšujejo presek osnovnega, presevnega materiala, vidijo kot področja z večjo počrtnitvijo (Slika 1).



Slika 1: Prikaz objekta in volumske praznine, osvetljenega z radiografskim virom, s prečnim in tlorisnim prikazom filma z različnimi področji počrtnitve.

Oslabitev X žarkov zmanjšamo z uporabo višjih napetosti, da dobimo žarke s krajšo valovno dolžino in z večjo prodornostjo [1,2].

2.2 Nastanek slike na radiografskem filmu

2.2.1 Sestava radiografskega filma

Radiografski filmi so lepljeni kompoziti. Sestavljeni so iz osrednjega, nosilnega in gibljivega plastičnega dela, na katerega se na obe strani nanese plast emulzije, ki vsebuje na svetlobo ali sevanje občutljive molekule srebrih bromidov in nosilno želatino ter iz dodatnega zaščitnega sloja [1,2].

2.2.2 Opis emulzije

Najpomembnejše sestavine v emulziji so srebrovi halogenidi ali soli, na osnovi srebrih bromidov (AgBr), srebrih jodidov (AgI) in srebrih sulfidov (Ag_2S), s preko 95% vsebnosti AgBr . Kubična kristalna rešetka nastane med ioni Ag^+ , Br^- in I^- . Idealna kristalna rešetka ni občutljiva na vpad svetlobe in nastanek slike. Za nastanek slike je potrebna nepopolna kristalna rešetka, z napakami vrinjenih ionov, ki jih predstavljajo srebrovi ioni in z linearnimi in ploskovnimi napakami, ki jih povzročajo ioni jodida. Na mestih linearnih in ploskovnih napak se ustvarijo t.i. (na svetlobo) občutljive pege ali klice občutljivosti, katere se lahko ustvari tudi z

dodatki srebrih sulfida. Posamezno zrno v emulziji sestavlja več milijonov kristalnih rešetak [1-6].

Klice občutljivosti na zunanji strani kristala so pomembne, saj predstavljajo neke vrste past za nastanek želenega temnega, kovinskega srebra [3,5].

2.2.3 Nastanek latentne slike

Pri prehodu sevanja skozi emulzijo, pride zaradi naleta fotonov do rahljanja ali prekinitev vezi med srebrom in bromom. Ob tem procesu dobimo pozitivne srebrih ione Ag^+ in atome broma z negativno nabitimi elektroni e^- . Občutljiva pega z negativnim nabojem privlači pozitivne ione Ag^+ , ti pa privlačijo elektrone z negativnim nabojem e^- . Na teh mestih posameznega zrna se oblikujejo nevtralni atomi srebra, ki kot taki že predstavljajo mesta nevidne, latentne slike, medtem pa želatina absorbira atome broma [1-6].

2.2.4 Kemijska obdelava

Kemijski proces obdelave filmov z razvijalcem, vodo in fiksirjem omogoči končno pretvorbo latentne slike v vidno sliko. Poglavitno vlogo za to imajo pomožna sredstva raztopine razvijalca, ki prispevajo vnos dodatnih elektronov, kateri vdrejo v mesta občutljivih peg in spremenijo (razvijejo) nevtralne atome srebra v zrna temnega, kovinskega srebra [1-6].

Proces se zaključi z namakanjem filma v fiksirju, ki najprej ustavi proces razvijanja, z raztopitvijo neosvetljenih in nerazvitih srebrih kristalov poskrbi za ostrino sliko in utrdi celotni sloj emulzije filma [1-6].

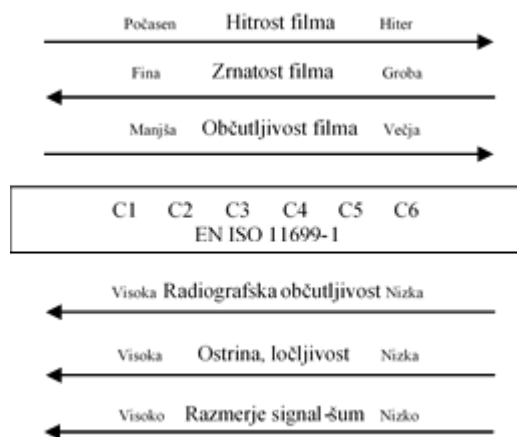
Področja na filmu, na katera je padla večja količina žarkov in s tem nastanka večje količine temnega, kovinskega srebra, so področja z večjo počrtnitvijo oziroma z večjo gostoto kovinskega srebra [1-6].

2.2.5 Občutljivost filma (hitrost filma)

Občutljivost filma je potrebno ločiti od radiografske občutljivosti. Slednja pomeni, da nam film z visoko radiografsko občutljivostjo lahko prikaže majhne napake.

Lahko rečemo, da imamo v tem primeru višje razmerje signal-šum, ki določa razmerje med pomembnimi in nepomembnimi informacijami. Občutljivost filma je povezana z zrnatostjo filma in osvetlitvijo, izraženo kot produkt časa in jakosti sevanja. Grobo zrnati film ima večja zrna, manjše število srebrovih kristalov, manjše število klic občutljivosti in večjo občutljivost filma. Drobno zrnati film ima manjša zrna, večje število srebrovih kristalov, večje število klic občutljivosti in manjšo občutljivost filma. Občutljivost se v tem kontekstu ne nanaša na razmerje signal-šum [1,2,7,8].

Hitrejši filmi z grobimi zrnimi imajo lahko krajšo osvetlitev, vendar so s tem bolj občutljivi na zmanjšano kakovost, imajo nižje razmerje signal-šum, manjšo ostrino in slabšo ločljivost. Počasnejši filmi z drobno zrnatostjo potrebujejo daljšo osvetlitev, imajo višjo kakovost in višje razmerje signal-šum, večjo ostrino in boljšo ločljivost [1,2,7,8].



Slika 2: Medsebojna razmerja lastnosti filmov na kakovost radiograma - delno povzeto po literaturi [2].

Pri enaki osvetlitvi, bi se zahtevana gostota kovinskega srebra hitreje pojavila pri hitrih filmih, kot pri počasnejših filmih [8].

2.3 Skupni vplivi na počrnitev radiograma

Na primerno stopnjo počrnitve radiograma tako vplivajo:

- debelina in gostota materiala,
- zrnatost filma,
- zvarjeni deli z različnimi debelinami,
- čas presevanja (daljši čas lahko pomeni večjo počrnitev in obratno),

- razvijanje (predolgi čas razvijanja in prevelika temperatura razvijalca vodita k večji počrnitvi in obratno),
- meglenje filmov (staranje filmov, izpostavitve filmov na svetlobo, sevanje in temperaturo) [1,2].

3. DEFINICIJA POČRNIŠE IN DENZITOMETER

3.1 Definicija počrnitve

Pravilnejši izrazi za počrnitev filma so radiografska gostota, optična, fotografska gostota, gostota filma ali prenesena (prepuščena) gostota, ki jo merimo z denzitometrom. Počrnitev filma je stopnja količine osvetlitve na razvitem filmu, izražena z logaritmičnim razmerjem med jakostjo vpadne svetlobe pred filmom ali svetlobe, ki pade na film (I_0) in med jakostjo prepuščene svetlobe skozi obsevani in razviti film (I_1). $D = \log(I_0/I_1)$. Iz tega razmerja izhaja, da če želimo počrnitev filma $D = 2$, potrebujemo 1% vpadne svetlobe, katera pride skozi film [1,9].

3.2 Denzitometer

Denzitometer je naprava za merjenje stopenj počrnitve, katera s fotoelektričnim senzorjem (tipalom) meri količino prepuščene svetlobe skozi film. Sodobni namizni denzitometri imajo možnost menjave zaslonke tipala z dimenzijami 1, 2 in 3 mm. Ko film namestimo na osvetljeno področje denzitometra in pritisnemo tipalo na področje, kjer želimo izmeriti počrnitev, se nam na majhnem ekranu prikaže številčna vrednost počrnitve z natančnostjo ene stotinke. Denzitometer je občutljiva naprava, ki mora podajati čim bolj natančne in ponavljajoče se rezultate. Zato mora biti naprava redno umerjena s pomočjo certificiranih filmov stopničastih klinov, ki imajo različne stopnje počrnitve (referenčni klin).

3.2.1 Umerjanje denzitometra - EN ISO

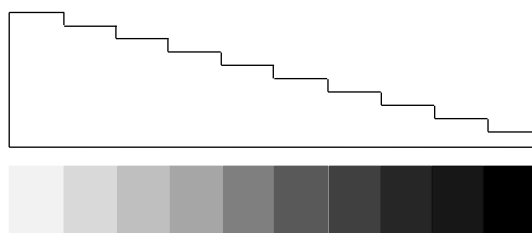
Za umerjanje denzitometra, uporabljamo standard EN ISO 11699-2:2018, ki opisuje kontrolo razvijanja filmov s pomočjo referenčnih vrednosti. V točki 5.5.1 standard poda naslednje zahteve:

- za merjenje počrnitve, se mora uporabljati denzitometer z minimalnim razponom

počrtnitve od 0 do 4,0 oziroma od 0 do 4,5, če so na referenčnem klinu področja s počrtnitvami večjimi od 4,0.

- denzitometer se mora umerjati z uporabo referenčnega klina s podanimi certificiranimi referenčnimi vrednostmi in se šteje za umerjen, če izmerjene počrtnitve referenčnega klina ustrezajo počrtnitvam referenčnih vrednosti znotraj $\pm 0,05$ [10].

Referenčne vrednosti počrtnitev dobimo s stopničastim klinom. To je kos materiala z 10 ali večimi stopnicami z različnimi debelinami. Uporablja se lahko certificirani film stopničastega klina, katerega pridobimo od zunanjega proizvajalca. V tem primeru nam proizvajalec s certifikatom jamči o pravilnosti navedenih referenčnih vrednosti, katere morajo biti sledljive do nacionalnih ali mednarodnih etalonov. Referenčni klin se sicer lahko naredi znotraj podjetja in s presevanjem le-tega, lahko naredimo lastne primerjalne filme stopničastega klina z različnimi počrtnitvami.



Slika 3: Stopničasti klin, s katerim izdelamo film z referenčnimi vrednostmi počrtnitev.

Vseeno, zahteve za kakovost vedno bolj zahtevajo uporabo certificiranih filmov.

Časovni interval za umerjanje denzitometra ni natančno naveden, ampak je vezan na vsakokratno pripravo novih kemikalij, na odstopanja od okoljskih pogojev pri uporabi mobilne temnice ali temperature. V skladu z omenjenim standardom, moramo izvesti umerjanje denzitometra, preden pričnemo z vrednotenjem rezultatov počrtnitev na predosvetljenih filmih za kontrolo kemikalij [10].

3.2.2 Umerjanje denzitometra - ASME

Zahteve za uporabo filmov stopničastih klinov in umerjanje denzitometra nam poda ASME BPVC, Section V, Article 2, odstavek T-262. Tudi tu lahko najdemo zahteve za uporabo lastnoročno narejenih primerjalnih filmov

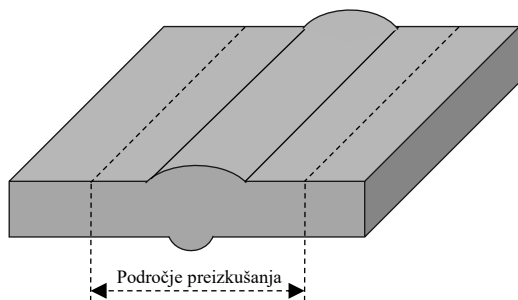
stopničastega klina, vendar se bomo v nadaljevanju osredotočili samo na uporabo certificiranih filmov stopničastega klina. Bistveni izvlečki so sledeči.

- Denzitometer mora biti umerjen najmanj na vsakih 90 dni.
- Za umerjanje se mora uporabljati kalibriran (certificiran) film stopničastega klina, ki ima najmanj 5 stopnic s počrtnitvami od 1,0 do 4,0, kateri bi moral biti v obdobju zadnjega leta uporabe, potrjen s primerjavo na nacionalne standardne etalone, kar pa ni potrebno, če je bil film pred prvo uporabo hranjen v neodprti, na svetlobo in vodo nepropustni, originalni embalaži proizvajalca.
- Kalibriran film se lahko po odprtju embalaže, brez preverjanja uporablja 1 leto, pod pogojem, da je film še vedno znotraj roka uporabe proizvajalca.
- Odčitati je potrebno stopnje počrtnitev, ki so najbližje vrednostim 1, 2, 3 in 4 na kalibriranem filmu.
- Umerjenost denzitometra je sprejemljiva, če odčitki počrtnitev ne odstopajo za več kot $\pm 0,05$ od dejanskih vrednosti počrtnitev na kalibriranem filmu.
- Periodično potrjevanje umerjanja se mora izvajati najmanj na vsakih 90 dni, na začetku vsake delovne izmene, po 8 urah neprekinjene uporabe ali po zamenjavi zaslonke.
- Obstajati morajo zapisi o umerjanju na vsakih 90 dni, s tem da ni potrebno zabeležiti odčitkov za vsako stopnico. Ostala periodična potrjevanja o umerjanju ni potrebno dokumentirati [11].

4. ZAHTEVE ZA POČRDNITVEV RADIOGRAMA

4.1 Zahteve po EN ISO standardih

Zahteve za počrtnitev filmov za preizkušanje zvarnih spojev so podane v EN ISO 17636-1:2013 in se nanašajo na področje preizkušanja ali področje zanimanja.



Slika 4: Širina ali velikost področja preizkušanja ali področja zanimanja.

4.1.1 EN ISO 17636-1:2013, poglavje 5

Omemba počrtnitve se najprej pojavi v poglavju 5, kjer je zapisano, da če zaradi tehniških razlogov ni možno uporabljati izboljšane radiografske tehnike B, se lahko pogodbeni strani dogovorijo za uporabo osnovne tehnike A, pri čemer je potrebno izgubo radiografske občutljivosti nadomestiti s povečanjem najmanjše počrtnitve na 3,0 ali z izborom boljšega filmskega razreda z doseganjem najmanjše počrtnitve 2,6 [12].

4.1.2 EN ISO 17636-1:2013, točka 7.7

V točki 7.7 je v tretjem stavku naprej navedeno, da počrtnitve, ki so posledica kakršnihkoli sprememb presevanih debelin, ne bi smele biti nižje od zahtev, ki so podane v točki 7.8. V naslednjem stavku lahko razberemo opis področja preizkušanja ali področja zanimanja radiografskega filma na/v katerem morajo biti izpolnjenje zahteve po najmanjši in največji počrtnitvi. Velikost tega področja mora zajemati zvar, toplotno vplivno področje in približno 10 mm osnovnega materiala iz vsake strani zvara [12].

4.1.3 EN ISO 17636-1:2013, točka 7.8

V točki 7.8 je zapisano, da bi morali biti pogoji radiografske osvetlitve takšni, da je v področju preizkušanja najmanjša optična gostota radiograma večja ali enaka, kot so podane vrednosti v tabeli 5.

Radiografska tehnika	Optična gostota ^a
A	$\geq 2,0$ ^b
B	$\geq 2,3$ ^c

^a Merilna toleranca $\pm 0,1$ je dovoljena.
^b Vrednosti se lahko zmanjšajo s posebnim dogovorom med pogodbenimi stranmi na 1,5.
^c V rednosti se lahko zmanjšajo s posebnim dogovorom med pogodbenimi stranmi na 2,0.

Tabela 5: iz EN ISO 17636-1:2013

Največje še odčitane stopnje počrtnitve so odvisne od največje sposobnosti osvetljenosti ekrana iluminatorja, kar mora biti razvidno na samem iluminatorju.

Da se izognemo pojavu (pred)počrtnitev zaradi meglenja filmov, je potrebno periodično preverjanje neosvetljenih vzorcev filma. Ti so odvzeti iz odprte zaloge filmov in jih je potrebno razviti v istih pogojih, kot dejanske radiograme. Počrtnitev neosvetljenega, razvitega filma ne sme presežati počrtnitve 0,3 [12].

Pri uporabi več-filmske tehnike in z interpretacijo enojnega filma, morajo biti počrtnitve vsakega filma v skladu s tabelo 5 [12].

Če se zahteva istočasen ogled dvojnega filma, počrtnitev posameznega filma ne sme biti nižja kot 1,3 [12].

4.1.4 EN ISO 17636-1:2013, točka 7.10

Radiogrami naj bi se ocenjevali v zatemnjenem prostoru, na napravi z oglednim oknom in z nastavljivo svetilnostjo v skladu z ISO 5580. Ogledno okno bi moralo biti prilagojeno ocenjevanju področja preizkušanja [12].

4.1.5 ISO 5580:1985

Še vedno veljaven standard ISO 5580:1985, ki ga je EN prevzel leta 1992 in ki vse od takrat ni bil posodobljen z novejšo izdajo, opisuje minimalne zahteve za iluminatorje. Zanimivosti za kontekst tega članka, najdemo v točki 2.3.

Osvetljenost ali svetlost na iluminatorju osvetljenega radiograma ne bi smela biti manjša kot:

- 30 lux za počrtnitev filma $\leq 2,5$
- 10 lux za počrtnitev filma $> 2,5$

in, kjerkoli je mogoče, približno 100 lux ali več [13].

To merjenje se izvede z lux metrom, tako da naslonimo senzor na (preko iluminatorja) osvetljeni radiogram. Lux meter je naprava, ki meri količino osvetljenosti in mora biti enkrat letno umerjena. Z njim lahko preverimo osvetljenost ekrana iluminatorja, katera mora biti minimalno 100.000 lux za zadostno ocenjevanje področji filma s počrtnitvami 4,0 [13].

4.2 Zahteve po ASME predpisih

Zahteve za počrtnitev filmov za preizkušanje zvarnih spojev so podane ASME BPVC, Section V, Article 2, odstavek T-282. Odstavek opisuje rabo žičnih indikatorjev kakovosti slike (IQI) in stopničaste tipe indikatorjev z luknjicami. V tem članku se bomo omejili samo na žične tipe IQI. Merjenje počrtnitev se ravno tako, kot pri EN ISO, izvaja v področju zanimanja.

4.2.1 Omejitve za počrtnitve

Za ogled enojnega filma, osvetljenega z rentgenskim virom sevanja, mora biti počrtnitev v bližini ključne žičke žičnega IQI-ja in področja zanimanja 1,8 in najmanj 2,0, za radiograme osvetljene z gama viri sevanja. Pri istočasnem ogledu večih filmov naenkrat, počrtnitev posameznega filma ne sme biti nižja kot 1,3. Največja počrtnitev je omejena na 4,0, kar velja tako za enojne filme, kot za posamezne filme osvetljene z več-filmsko tehniko. Zaradi odstopanj med odčitki denzitometra, je na meritev počrtnitve dovoljena merilna toleranca $\pm 0,05$ [11].

4.2.2 Odstopanja počrtnitev

Kjerkoli v področju zanimanja, počrtnitev radiograma ne sme:

- odstopati za več kot -15% ali več kot $+30\%$ od počrtnitve, izmerjene v bližini ključne žičke žičnega IQI-ja.
- presegati najmanjše ali največje dovoljene počrtnitve [11], kot je zapisano v 4.2.1. tega članka.

Kadar zgornje zahteve iz tč. 4.2.1 in tč. 4.2.2 na posameznemu področju niso izpolnjene, je potrebno na teh področjih ponoviti radiogram(e), z uporabo dodatnega IQI-ja [11].

4.2.3 ASME BPVC, Section VIII, Division 1

Za konec še pregled zahtev iz ASME BPVC, Section VIII, Division 1, Pravila za načrtovanje tlačnih posod. V tem predpisu se zahteve za počrtnitve radiografskih filmov sklicujejo na ASME BPVC, Section V, s smiselnim zapisom v obveznem dodatku 4: počrtnitve na mestu prikaza indikacije (napake) lahko odstopajo in niso kriterij za sprejetje ali zavrnitev radiograma [14].

5. ZAKLJUČEK

Kot je razvidno iz zapišane, na počrtnitev radiografskih filmov lahko vplivajo različni dejavniki. Dolžnost osebja, ki se ukvarja s to dejavnostjo je, da jih razumejo in upoštevajo pri preizkušanju zvarnih spojev z radiografsko film-tehniko.

Mehanizem latentne slike in nastanka končne slike je bil glavno gonilo za razvoj industrijske radiografije. Digitalizacija očem vidnega in nevidnega ter hiter prenos informacij sta osrednja procesa celotnega današnjega razvoja.

Film-tehniko bo nekega dne nadomestila digitalna tehnika, ki je v medicini že povsem osvojena. Za popolno vpeljavo in nadomestitev klasičnih filmov z digitalnimi detektorji v industrijsko radiografijo, bo verjetno potrebnih še nekaj let. Ena izmed zavor je finančni vložek, ki lahko krepko presega več deset tisoč evrov.

Po drugi strani se tudi tu pojavljajo težave pri doseganju kakovostne slike, saj je potrebno upoštevati druga pravila in druge pripomočke, kot je npr. dvojni žični zaznavnik IQI. Tu je še celotno vpleteno osebje od kontrolorjev do končnih nadzornikov, ki se morajo dodatno usposobiti za izvajanje digitalne tehnike, kot tudi za potrjevanje rezultatov.

V veliki meri se opisane zahteve za počrtnitve filmov da dosežati. Težave, ki lahko nastanejo so ali subjektivne ali objektivne, tehnične narave. Slednje se v praksi najpogosteje pojavijo z nadvišenji temenskega dela zvarnega spoja, s prevaritvijo korena, katerih višine ravno še ustrezajo stopnjam sprejemljivosti, z zajedami ali s področji (preveč) brušene površine ob temenu. Lahko se zgodi, da imamo počrtnitev filma, merjeno na sredini zvarnega

spoja, pod najmanjšo zahtevano vrednostjo npr. 1,9 in počrnitev v TVP nad največjo dovoljeno vrednostjo npr. 4,2, kar bi pomenilo, da morebitnih pomembnih napak v TVP ne bi bili sposobni odkriti.

Zahteve po EN ISO standardih in ASME predpisih se razlikujejo, kar pa ne pomeni, da se ne da vzdrževati enega sistema z obema pristopoma. Vsakršni zapisi o sledljivosti umerjanja in funkcionalnih preizkusih opreme zvišujejo stopnjo zaupanja v izvajalca teh dejavnosti.

Še enkrat velja omeniti zahtevo iz ASME predpisa, da počrnitev radiograma ne sme odstopati za več kot -15% ali več kot $+30\%$ od počrnitve, izmerjene v bližini ključne žičke žičnega IQI-ja. Če imamo na mestu ključne žičke počrnitev 2,5, to pomeni, da je spodnja vrednost počrnitve omejena na 2,1, zgornja vrednost pa na 3,2. Merjenje počrnitev v prečni smeri zvarnega spoja, lahko kaj kmalu odkrije vrednosti, ki so izven za ta primer opisanih dovoljenih vrednosti. Veljalo bi razmisliti, da se zahteva $-15\%/+30\%$ upošteva pri merjenju počrnitev v vzdolžni smeri zvarnega spoja in da bi potrjevanje počrnitev znotraj te zahteve potekalo v npr. treh vzdolžnih linijah, po področju preizkušanja, pri čemer, bi te vzdolžne linije potekale čez osnovni material, toplotno vplivno področje in teme zvarnega spoja.

6. LITERATURA IN SPLETNI VIRI

[1] Samsa, Niko, *Radiografija*. Ljubljana, Institut za varilstvo, 2006.

[2] ASNT, *Radiographic Testing Classroom Book, Second Edition*. Ohio, USA, ASNT, 2016.

[3] Rakesh, Ca, *Xray film & film processing. Health & Medicine*, 2004, [ogled 07.08.2019]. Dostopno na: <https://www.slideshare.net/RakeshCa2/xray-film-film-processing>

[4] Duffin, G. F., *Photographic Emulsion Chemistry*. Madžarska, The Focal Press, 1966, [ogled 07.08.2019]. Dostopno na: <http://www.thelightfarm.com/BookImages/Duffin.pdf>

[5] IAEA, *Radiation Protection in Dental Radiology, General Principles of Film and Digital Radiography L04*. [ogled 07.08.2019]. Dostopno na:

https://www.fdiworlddental.org/sites/default/files/media/resources/dentalradiology-l04-general_principles_of_film_and_digital_radio_graphy.pptx

[6] Smith, Alec, *The Grains of Truth*. BIND, 2017. [ogled 07.08.2019]. Dostopno na: http://www.bindt.org/admin/Downloads/The%20Grains%20of%20Truth_ASmith.pptx

[7] Sprawls, Perry, *The Physical Principles of Medical Imaging Online*. [ogled 07.08.2019]. Dostopno na: <http://www.sprawls.org/ppmi2/>

[8] Baldev Raj, T. Jayakumar, M. Thavasimuthu, *Practical Non-destructive Testing, Second Edition*. Indija, Woodhead Publishing, 2002.

[9] NDT Resource Center. [ogled 07.08.2019]. Dostopno na: https://www.nde-ed.org/EducationResources/CommunityCollege/Radiography/cc_rad_index.htm

[10] EN ISO 11699-2:2018, *Non-destructive testing - Industrial radiographic films - Part 2: Control of film processing by means of reference values (ISO 11699-2:2018)*. Brussels: CEN-CENELEC Management Centre

[11] ASME BPVC, Section V, Article 2, *Nondestructive Examination*. New York, USA, ASME 2015.

[12] EN ISO 17636-1:2013, *Non-destructive testing of welds - Radiographic testing - Part 1: X- and gamma-ray techniques with film (ISO 17636-1:2013)*. Brussels: CEN-CENELEC Management Centre

[13] EN 25580:1992, *Non-destructive testing - Industrial radiographic illuminators - Minimum requirements (ISO 5580:1985)*. Brussels: CEN-CENELEC Management Centre

[14] ASME BPVC, Section VIII, Mandatory Appendix 4, *Rules for Construction of Pressure Vessels*. New York, USA, ASME 2015.

MOŽNOST SIMULACIJE MIKROSTRUKTURE TVP Z UPORABO LABORATORIJSKE PEČI IN VARILNEGA SIMULATORJA

Possibility of the HAZ microstructure simulation by using laboratory oven and welding simulator

**Tomaž Vuherer¹, Fidan Smaili¹, Edvard
Bjelajac²**

¹ Univerza v Mariboru, Fakulteta za
strojništvo, Smetanova ulica 17, 2000
Maribor, Slovenija

² Messer Slovenija d.o.o., Obrat Črnuče,
Brnčičeva ulica 27, 1231 Črnuče, Slovenija

tomaz.vuherer@um.si, fidani_s89@hotmail.com,
edvard.bjelajac@gmail.com

Predgovor

V članku je predstavljena možnost izdelave grobozrnate in drobnorzrnate martenzitne mikrostrukture kot nastane v realnem toplotno vplivanem področju (TVP). Obe vrsti mikrostrukture sta bili izdelani z uporabo simulatorja varjenja SMITWELD 1405 in s pomočjo laboratorijske peči. Mikrostrukture letih so bile med seboj primerjane. Za dosego željene mikrostrukture so bili uporabljeni vplivi toplotnega cikla, ki se pojavljajo pri realnem varjenju. Izmerjene so bile trdote na mikrostrukturah grobozrnatega dela TVP in drobnorzrnatega dela TVP. Namen raziskave je bil pojasniti nastanek mikrostrukture grobozrnatega in drobnorzrnatega dela TVP, ki je prisotna v TVP jekla 17CrNiMo7 za dinamične obremenitve v avtomobilski industriji. Raziskava proučuje možnost izdelave enake mikrostrukture po različnih postopkih izdelave, ki pa bi lahko v nadalje služila za testiranje različnih mehanskih lastnosti. V članku so predstavljeni le natezni

preizkusi, vendar so se omenjene mikrostrukture uspešno uporabile tudi za druga testiranja.

Ključne besede: Zvar, varilni simulator, laboratorijska peč, grobozrnati TVP, drobnorzrnati TVP.

Abstract

The possibility of producing coarse-grained and fine-grained martensitic microstructures which arose in a real heat affected zone (HAZ) are presented in this article. Both types of microstructures were produced by using the SMITWELD 1405 welding simulator or by using a laboratory furnace. All types of microstructures were compared by themselves. In order to achieve the desired microstructure, the influence of the weld thermal cycle, which appeared in real welding, were used. Harnesses were measured on the coarse-grained HAZ and the fine-grained HAZ. The aim of the study was to explain the appearance of the coarse-grained and fine-grained HAZ microstructures, which appear as a parts of the HAZ in the 17CrNiMo7 steel (weld joint), which is normally used for dynamic loading in the automotive industry. The possibility of producing the same microstructures through different type of the fabrication processes were examined in this research. The obtained microstructures can be further used for testing to get different mechanical properties. Only tensile tests were performed in this article, but we have to mentioned that the obtained microstructures were also successfully used for other mechanical tests.

Keywords: *Weld, weld thermal simulator, laboratory furnace, coarse-grained HAZ, fine-grained HAZ*

1. Uvod

Med procesom obločnega varjenja se osnovni material ogreva lokalno. Dodajni material in del osnovnega materiala tvorita talino vara, ki se po varjenju ohladi na sobno temperaturo. Energija uporabljena pri varjenju posledično ogreva tudi osnovni material v okolici zvarnega spoja. Kot posledica tega potečejo fazne transformacije in z njimi povezane spremembe mikrostrukture v

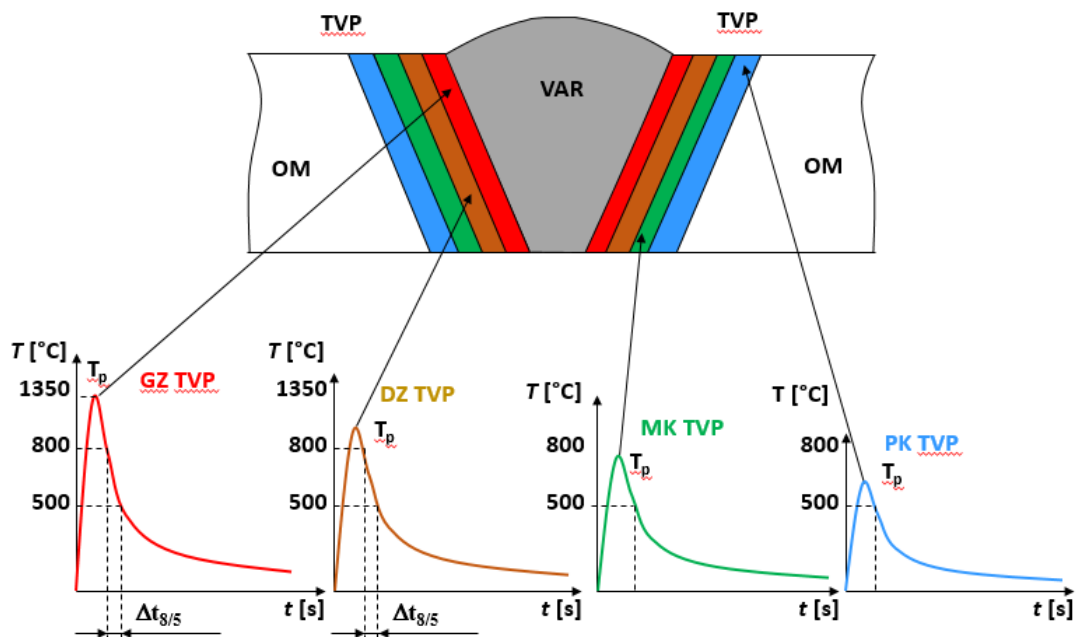
delu osnovnega materiala blizu zvara, ki se med samim varjenjem ni stalil. Ta del imenujemo toplotno vplivano področje (TVP).

Mikrostruktura TVP je zelo nehomogena in zapletena. Običajno se celotna TVP sestoji iz posameznih področij:

- grobozrnate mikrostrukture (grobozrnati del TVP),
- drobnazrnate mikrostrukture (drobnazrnati del TVP),

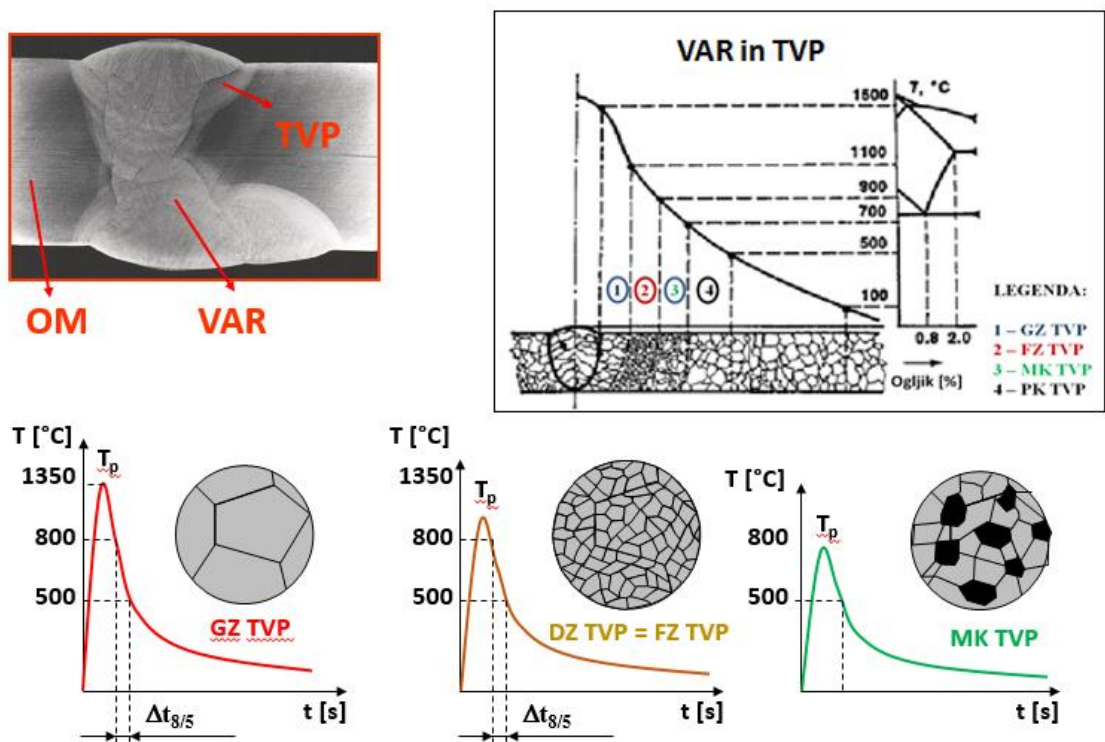
- medkritičnega dela z delno fazno premeno (medkritični del TVP) in
- podkritičnega dela brez fazne premene (podkritični del TVP).

Področje grobozrnate mikrostrukture se nahaja tik ob coni taljenja tik ob varu. Rast zrn je posledica daljše izpostavljenosti visoki temperaturi med varjenjem. V TVP se področje z grobozrnato mikrostrukturo nahaja najbližje coni taljenja vara, sledi mu področje z drobno mikrostrukturo, glej sliko 1.



Slika 1: Zvar; VAR (področje vara), OM (osnovni material), TVP (toplotno vplivano področje); GZ TVP - grobozrnati del TVP, DZ TVP – drobnazrnati del TVP, MK TVP – medkritični del TVP, PK TVP - podkritični del TVP

Dele TVP z vplivom toplotnega cikla varjenja na posamezna področja TVP prikazuje slika 2, kjer je grobozrnati del TVP označen z GZ TVP, drobnazrnati del TVP označen z DZ TVP (FZ TVP), medkritični del TVP označen z MK TVP in podkritični del TVP označen z PK TVP.



Slika 2: Področja v TVP, vpliv toplotnega cikla varjenja na posamezna področja TVP

2. Osnovni material

Nikelj-molibdenovo jeklo 17CrNiMo7 je bilo uporabljeno za pripravo vzorcev mikrostrukture grobozrnatega in

drobozrnatega dela TVP na dva različna načina. Kemična sestava in mehanske lastnosti jekla so navedene v tabeli 1 in 2.

Tabela 1: Kemična sestava jekla (utežni %)

C	Si	Mn	P	S
0,18	0,22	0,43	0,012	0,028
Cr	Ni	Cu	Mo	Al
1,56	1,48	0,15	0,28	0,023

Tabela 2: Mehanske lastnosti jekla

$R_{p0.2}$ / MPa	R_m / MPa	A_5 / %	Z / %	Trdota / HV 10
489	633	26	72	217

3. Eksperimentalni del

Najprej je bil zavarjen realni X zvar na debelini 20 mm. Varilni tok je bil 160 A, varilna napetost 32 V in hitrost varjenja 14,7 cm/min. Zvar je bil zavarjen po REO postopku (111 po EN ISO 4063). Pregledana je bila mikrostruktura TVP in v njem so bile izmerjene

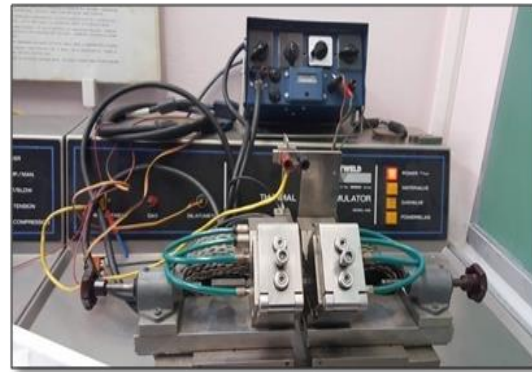
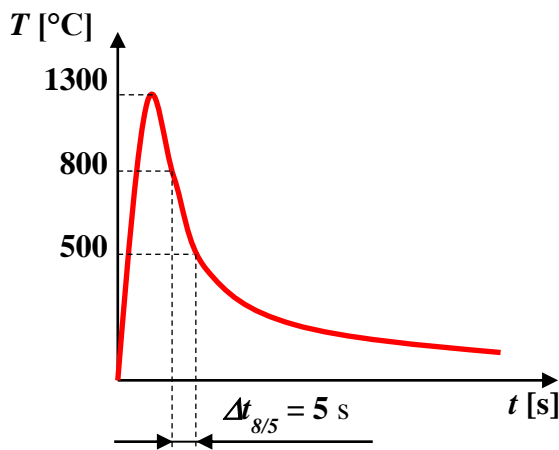
trdote. Na koncu se je izdelal obrus, mikrostruktura je bila slikana na optičnem mikroskopu Nikon EPIPHOT 300.

S simulatorjem varjenja SMITWELD 1405 sta bila izdelana vzorca mikrostrukture grobozrnatega in drobozrnatega dela TVP. Pri takšnem načinu izdelave je simulirana

mikrostruktura samo na delu preizkušanca, ki je vpet med obema čeljustima ter je elektroporovno segret (in ne po celem preizkušancu). To pa povzroča težave pri določenih mehanskih preizkušanjih, saj mikrostruktura ni na dovolj širokem območju, celo do te mere, da ta niso mogoča. Druga faza je bila izdelava enake mikrostrukture v laboratorijski peči, kjer je bila izdelana mikrostruktura enaka (homogena) po celotnem preizkušancu. V ta namen sta bili izdelani prej omenjeni mikrostrukture grobozrnatega dela TVP in drobno zrnatega dela TVP še v laboratorijski peči.

3.1 Izdelava mikrostrukture grobozrnatega dela TVP na simulatorju

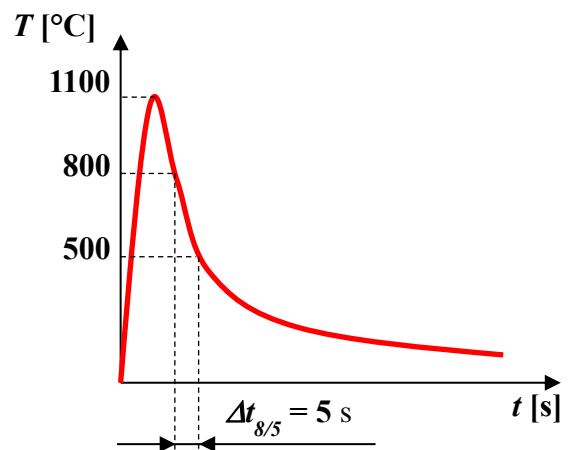
Grobozrnati del TVP je bil najprej izdelan na simulatorju SMITWELD 1405, s simulacijo toplotnega cikla kot je opisano na sliki 3. Simulacija grobozrnate mikrostrukture, kot nastaja pri varjenju v TVP, je bila izdelana s sledečimi nastavitvami: $\dot{T}=150\text{ }^{\circ}\text{C/s}$, $T_p=1350\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\Delta t_{8/5}=5\text{ s}$. Podatki za simulacijo so bili vzeti iz realnega varjenja. Po simulaciji je sledil razrez vzorcev na tračni žagi in priprava površine za preiskavo mikrostrukture s poliranjem.

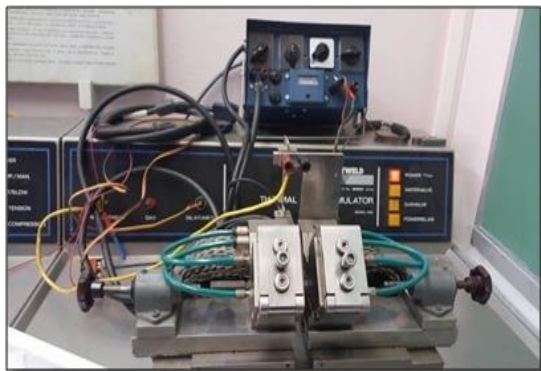


Slika 3. Vzorci z grobozrnato TVP izdelani z varilnim simulatorjem

3.2 Izdelava mikrostrukture drobnozrnatega dela TVP na simulatorju

Mikrostruktura drobno zrnatega dela TVP je bila izdelana z uporabo varilnega simulatorja SMITWELD 1405, s pomočjo katerega je bil simuliran vpliv toplotnega cikla varjena na drobnozrnati del TVP. Tako so bile uporabljene sledeče nastavitve: $\dot{T}=150\text{ }^{\circ}\text{C/s}$, $T_p=1100\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\Delta t_{8/5}=10\text{ s}$. Tudi te nastavitve so bile vzete iz realnega varjenja. Po simulaciji termičnega cikla je sledil razrez vzorcev na tračni žagi in priprava površine za preiskavo mikrostrukture s poliranjem.

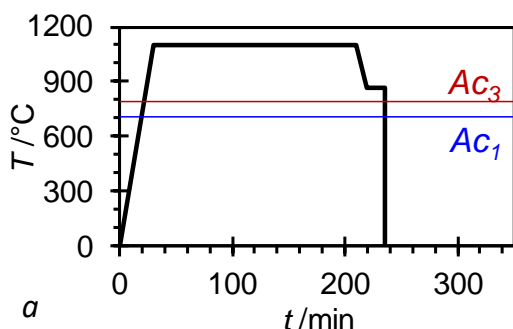




Slika 4. Vzorci z drobnozrnato TVP izdelani z varilnim simulatorjem

3.3 Izdelava mikrostrukture grobozrnatega dela TVP v laboratorijski peči

Grobozrnati del TVP je bil pripravljen tudi z uporabo laboratorijske peči. Toplotni cikel je prikazan na sliki 5. S ciljem simulirati grobozrnato mikrostrukturo, kot nastaja v TVP, je bila toplotna obdelava sestavljena iz: 3 ur žarjenja pri 1100°C (rast zrn), nato se je temperatura znižala na 870°C , sledilo je kaljenje v vodi (da se je dosegla enaka hitrost ohlajanja, kot pri varjenju oziroma enak čas ohlajanja med 800°C in 500°C ; $\Delta t_{8/5} = 5\text{ s}$).



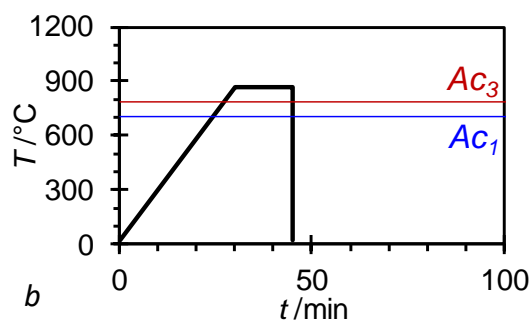
a



Slika 5: Toplotna obdelava za pripravo vzorcev z grobozrnato mikrostrukuro v laboratorijski peči

3.4 Izdelava mikrostrukture drobnozrnatega dela TVP v laboratorijski peči

Drobnozrnati del TVP je bil tudi izdelan z uporabo laboratorijske peči. Toplotna obdelava je prikazana na sliki 6. Vzorci v peči so bili segreti na temperaturo $T = 870^{\circ}\text{C}$, v času trajanja 45 min, sledilo je kaljenje v vodi. Vzorci so bili polirani po toplotni obdelavi.



b

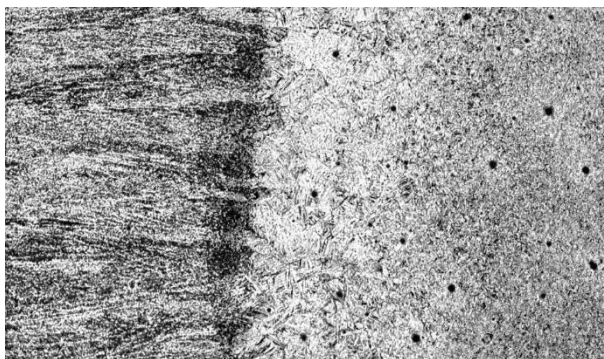


Slika 6: Toplotna obdelava za pripravo vzorcev z drobnozrnato mikrostrukuro v laboratorijski peči

4. Rezultati in diskusija

4.1 Analiza mikrostrukture

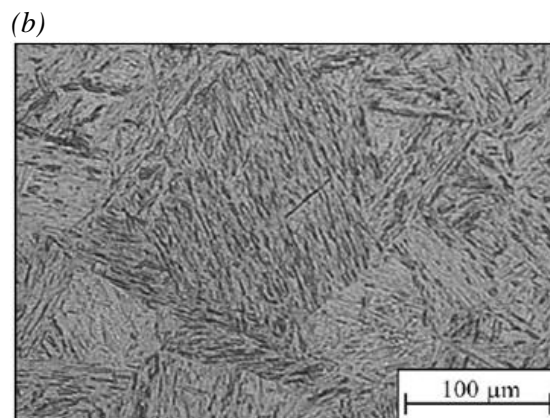
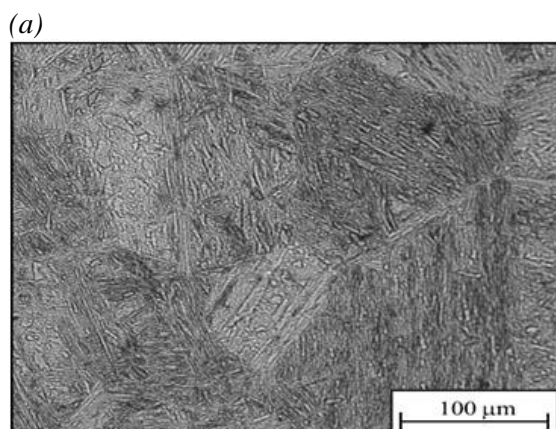
Najprej je bil narejen makro obrus, ki je bil slikan s fotoaparatom in na svetlobnem mikroskopu Nikon EPIPHOT 300 pri različnih povečavah. Slika je bila iz posameznih fotografij sestavljena v celoto, v eno sliko.



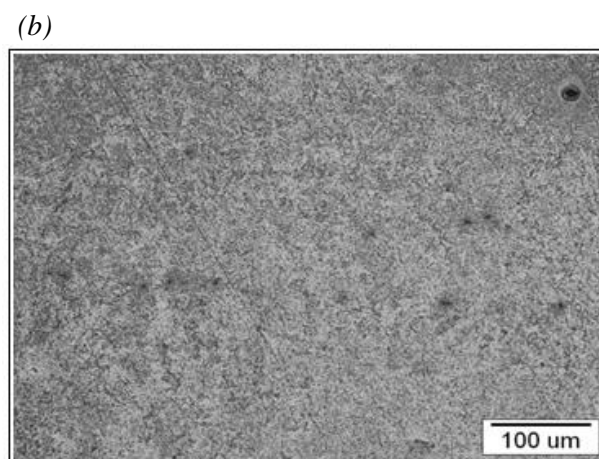
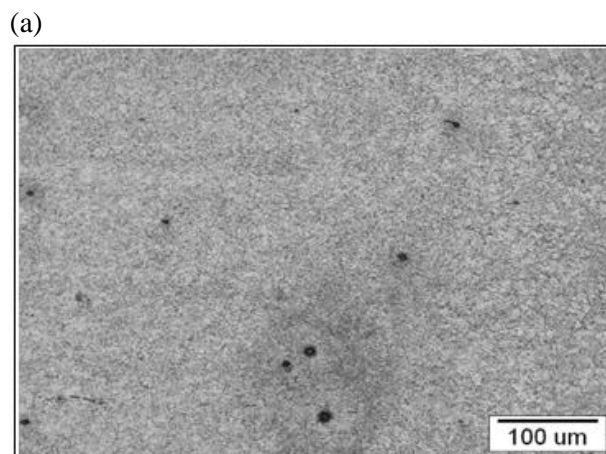
Slika 7. Del realnega vara z TVP

Na sliki 7 je prikazan del vara s pripadajočim TVP. Na sliki se vidi grobozrnati del TVP tik ob varu in drobozrnati del TVP v nadaljevanju. Sledi mu medkritični in podkritični del TVP. V grobozrnatem in drobozrnatem delu TVP je mikrostruktura sestavljena iz latastega martenzita, kjer so martenzitne late bolj grobe v grobozrnatem delu TVP kot v drobozrnatem delu TVP.

Za opazovanje simulirane mikrostrukture je bil uporabljen optični mikroskop, pri povečavi do 200 x. Mikrostruktura grobozrnatega dela TVP vsebuje grobe late martenzita, kot je prikazano na sliki 8. Mikrostruktura drobozrnatega dela TVP vsebuje drobne late martenzita, kar je prikazano na sliki 9. Z opazovanjem mikrostrukture pod optičnim mikroskopom je bilo ugotovljeno, da je povprečna velikost zrn v grobozrnatem delu TVP okoli 200 μm , v drobozrnatem delu pa okoli 10 μm .



Slika 8. Mikrostruktura grobozrnatega dela TVP izdelana na varilnem simulatorju (a) in izdelana v laboratorijski peči (b); optični mikroskop – povečava 100x



Slika 9. Mikrostruktura drobozrnatega dela TVP izdelana na varilnem simulatorju (a) in izdelana v laboratorijski peči (b); optični mikroskop – povečava 100x

4.2 Rezultati meritve trdot

Najprej so bile izmerjene trdote na realnem zvaru. Med njimi so bile izmerjene trdote grobozrnatega dela TVP in drobnozrnatega dela TVP, ki so bile izdelane na simulatorju in v peči. Na vsakem vzorcu je bilo izmerjenih 15 meritev, na realnem zvaru pa je bilo v omenjenih področjih izmerjenih po 5 meritev. Trdote so bile izmerjene po Vikersu z obtežitvijo 10 kg na trdomeru proizvajalca Zwick 3202.

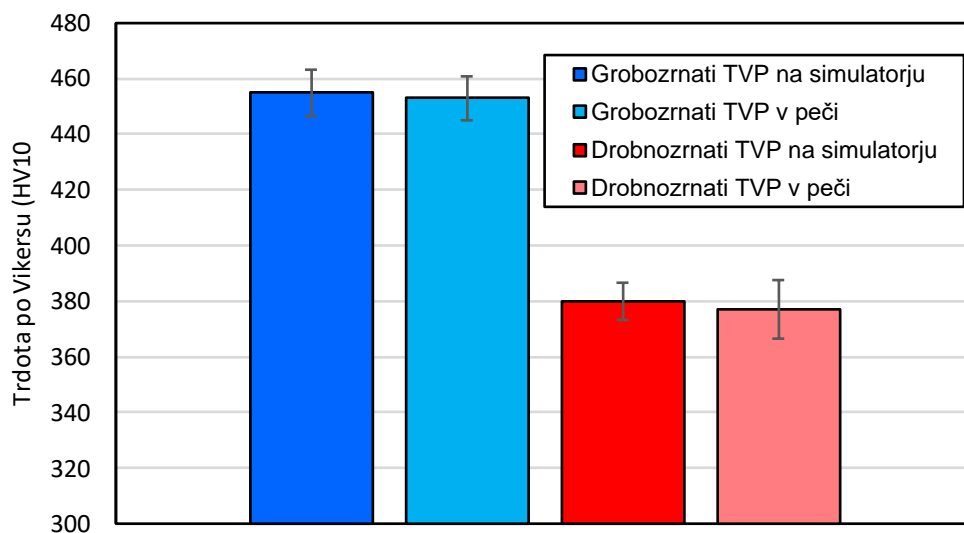
Na realnem zvaru so izmerjene trdote v grobozrnatem delu TVP znašale v povprečju 456

HV10, v drobnozrnatem delu TVP pa v povprečju 379 HV10.

Izmerjena trdota v grobozrnatem delu TVP, ki je bila izdelana na simulatorju, je znašala v povprečju 453 HV10. Trdota mikrostrukture grobozrnatega dela TVP, ki je bila izdelana v peči, je v povprečju znašala 455 HV10.

Trdota TVP z drobnozrnato mikrostrukuro izdelano na simulatorju je bila v povprečju 377 HV10, trdota drobnozrnatega dela TVP izdelana v peči je bila v povprečju 380 HV10.

Rezultati meritev trdot s standardnim odklonom so prikazani na sliki 10 za vsa štiri stanja.



Slika 10. Rezultati meritev trdot

4.3 Rezultati nateznih preizkusov

Določevanje napetosti tečenja in natezne trdnosti z mehanskimi testi ni bilo mogoče na vzorcih TVP, ki so bili izdelani na simulatorju, ker je bilo simulirano področje TVP preozko. Zato so bile vrednosti napetosti tečenja in nateznih trdnosti izračunane iz vrednosti izmerjenih trdot, po standardu BS 7448-2 [3] in enačb po predlogu avtorjev Pavlina in Tyne [4]. Pri rezultatih dobljenih po tem izračunu je potrebno upoštevati napako do 10 %. Enačbi 1 in 2 sta po BS 7448-2 standardu, enačbi 3 in 4 pa po predlogu avtorjev Pavlina in Tyne:

$$R_{p0.2} = 3.8 \cdot HV - 221 \quad (\text{veljavna le do } 400 \text{ HV}) \quad (1)$$

$$R_m = 3.15 \cdot HV + 93 \quad (2)$$

$$R_{p0.2} = 2.876 \cdot HV - 90.7 \quad (3)$$

$$R_m = 3.734 \cdot HV - 99.8 \quad (4)$$

HV trdota po Vickers-u.

Vrednosti za napetosti tečenja in natezno trdnost in mejo elastičnosti so podane v tabeli 3. Natezni preizkusi so bili možni le pri TVP, v našem primeru na vzorcih, ki sta bila izdelana v peči, saj je enaka mikrostruktura po celotnem vzorcu. Tako je bil opravljen natezni preizkus grobozrnatega dela TVP in drobnozrnatega dela TVP, ki je bil izdelan v peči, prav tako je za primerjavo narejen natezni preizkus osnovnega materiala. Ti so v tabeli osenčeni.

Tabela 3: Meja elastičnost in natezna trdnost za drobozrnato področje TVP, grobozrnato TVP in osnovni material.

Material	$R_{p0.2}$ / MPa	R_m / MPa
Grobozrnati del TVP	-	1526 ⁽¹⁾
	1218 ⁽²⁾	1599 ⁽²⁾
Grobozrnatem TVP izdelan v laboratorijski peči – natezni preizkus	1021	1366
Finozrnati del TVP	1223 ⁽¹⁾	1290 ⁽¹⁾
	1002 ⁽²⁾	1319 ⁽²⁾
Finozrnati del TVP izdelan v laboratorijski peči – natezni preizkus	1121	1474
Osnovni material - jeklo 17CrNiMo7	474 ⁽¹⁾	761 ⁽¹⁾
	519 ⁽²⁾	692 ⁽²⁾
Osnovni material - jeklo 17CrNiMo7 – natezni preizkus	489	633

⁽¹⁾ BSI 7448-2 standard (enačbi 1 in 2)

⁽²⁾ predlagala Pavlina IN Tyne (enačbi 3 in 4)

5. Zaključki

S simulatorjem varjenja in laboratorijsko pečjo je mogoče uspešno izdelati vzorce z grobo in drobno zrnato mikrostrukturo, kot jo dobimo pri obločnem varjenju, ki so na voljo za nadaljnja testiranja mehanskih lastnosti, kot je natezni preizkus, preizkus udarne žilavosti, utrujenostni preizkusi in podobno.

Povprečna velikost kristalnega zrna mikrostrukture grobozrnatega TVP izdelane z varilnim simulatorjem in laboratorijsko pečjo je okoli 200 μm , medtem, ko je povprečna velikost zrn mikrostrukture drobozrnatega TVP okoli 10 μm . Le-to odgovarja povprečni velikosti kristalnih zrn v grobozrnatem delu TVP in drobozrnatem delu TVP pri realnem zvaru.

Trdota mikrostrukture drobozrnatega TVP je bila 380 HV10, medtem ko je pri mikrostrukturi grobozrnatega dela TVP trdota 455 HV10. Le-ti odgovarjata trdotam v omenjenih področjih na realnem zvaru, kjer smo za grobozrnati del TVP v poprečju izmerili 456 HV10 za drobozrnati del TVP pa 379 HV10.

6. Literatura:

- [1] T. Vuherer, P. Maruchak, I. Samardžič: Behaviour of the coarse grain heat affected zone (HAZ) during cycle loading, Metalurgija 51(2012)3.
- [2] T. Vuherer, A. Godina, Z. Burzic, V. Gliha: Fatigue crack initiation from microstructurally small Vickers indentations, Metalurgija 46(2007)4, 237-243.
- [3] BS 7448-2 standard. Fracture mechanics toughness tests, Method for determination of K_{Ic} , critical CTOD and critical J values of welds in metallic materials, British Standards Institution, London, 1997.
- [4] E.J. Pavlina, C.J. Van Tyne: Correlation of Yield Strength and Tensile Strength with Hardness for Steels, J. Mater. Eng. Perform, 17 (2008), 888-893.
- [5] F. Smaili, G. Lojen, T Vuherer: Fatigue crack initiation and propagation of different heat affected zones in the presence of a micro defect, International journal of Fatigue, 128 (2019), 105191 in print

TEČAJI VARJENJA IN SPAJKANJA

TIG MIG MAG REO PL

**ALUMINIJ, KONSTRUKCIJSKA JEKLA,
NERJAVNA JEKLA (INOX), TITAN,
BAKER, MEDENINE**

ZAČETEK VSAK PRVI PONEDELJEK V MESECU!

TEORETIČNO IN PRAKTIČNO USPOSABLJANJE VARILCEV

Usposabljanje varilcev se izvaja skladno s smernicami Evropske varilske federacije (EWF) in Mednarodnega inštituta za varilstvo (IIW).

CERTIFICIRANJE VARILCEV

Certifikacijski organ VARcert; EN ISO 9606 (serije 1, 2, 3, 5), EN ISO 14732 in EN ISO 13585; mednarodno priznan certifikat



LJUBLJANA: Ptujška ulica 19

Telefon: **01/28 09 432**, GSM: **041/722 156**

E-naslov za informacije in vpis:

izobrazevanje-lj@i-var.si, zdravko.grmek@i-var.si

MARIBOR: Zagrebška cesta 90

GSM: **051/689 547**

E-naslov za informacije in vpis:

matej.pecnik@i-var.si



INSTITUT ZA VARILSTVO

welding institute





Lasting Connections

THE BEST FOR THE BEST.



Don't forget: Always put on protective clothing before starting to weld!

Wherever and whatever you have to weld, Böhler Welding has the best stick electrode for the job. We supply any type you may need and our electrodes are always easy to handle, with fine arc ignition and stability.



Scan for more information

voestalpine Böhler Welding
www.voestalpine.com/welding

voestalpine

ONE STEP AHEAD.

VARILCI - NAJ VAM BO VAŠE ZDRAVJE NA PRVEM MESTU!

Romana Lebar

VIRS d.o.o., Industrijska ulica 4b, 9220 Lendava

Varilci v svojem 8-urnem delavniku običajno vdihnejo 4000 litrov zraka, kar pri neustrezno zaščitenem dihalnem sistemu, predstavlja resno tveganje za njihovo zdravje. En sam varilec lahko proizvede do 40 gramov delcev in trdnih onesnaževal na uro. Škodljivi vplivi lahko povzročijo predvsem naslednje bolezni: različne oblike raka, demenco, Parkinsonovo bolezen itd. Raziskava, ki je bila izvedena v letih 2015/2016 na populaciji 20.000 moških, je potrdila, da izpostavljenost postopkom varjenja do 10x poveča možnost razvoja Parkinsonove bolezni.

IARC (mednarodna agencija specializirana za raziskave raka) ocenjuje, da je približno 11 milijonov ljudi po vsem svetu profesionalnih varilcev. Poleg tega je približno 110 milijonov delavcev po vsem svetu redno izpostavljeno vplivom varjenja. Sem spadajo dimi, plini, ultravijolično sevanje in elektromagnetna polja.

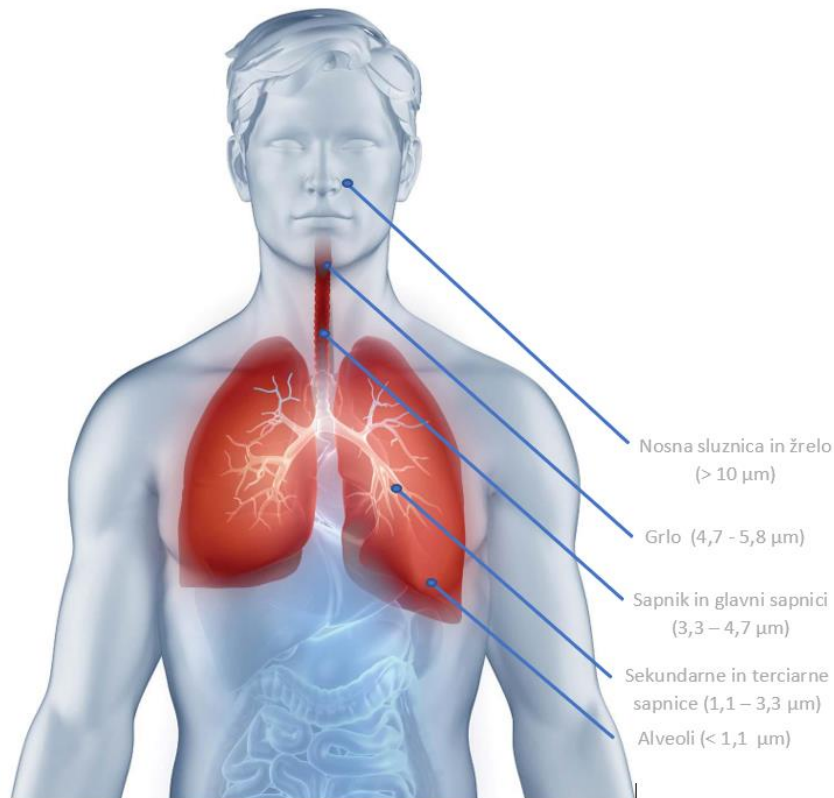
Leta 2017 je imenovana mednarodna raziskovalna agencija razvrstila delce in pline, ki nastajajo v

procesu varjenja v skupino 1, pomeni, kot rakotvorne. Pred tem so bili ti delci in plini razvrščeni v skupino 2B, kot potencialno rakotvorni.

Tudi dim, ki nastaja med varjenjem je zdravju škodljiv. Namreč kovine zaradi segrevanja nad svojem tališčem izhlapijo in se kondenzirajo v drobne delce, ki jih varilci brez ustrezne zaščite vdihujejo. Študije jasno kažejo na povečano tveganje za pljučni rak in klasificirajo dime, ki nastajajo pri postopku varjenja, kot rakotvorne.

V primerjavi z drugo populacijo, ki je na primer izpostavljena posledicam kajenja, ali v stiku z azbestom, kot je bilo to v preteklosti običajno v ladjedelništvu – teh učinkov študija ni pojasnila. Poleg tega obstaja tudi pozitivna korelacija med varjenjem in rakom ledvic, čeprav rezultati niso bili dovolj zgovorni, da bi omogočili jasno oceno, zato so bili uvrščeni v skupino 2B, kot verjetno rakotvorno za ledvice.

Na splošno velja, da katerakoli vrsta prahu/dima v visokih koncentracijah in dolgoročnem vnosu lahko vodi do bolezni dihal (bronhitis itd.). Še posebej je nevarna vsebovanost škodljivih snovi. Le te pa lahko v različnih velikostih prodrejo v človeško telo.



Monografije, ki izhajajo iz študij IARC, so najpomembnejša referenca na svetu za ustrezna zdravstvena in varnostna pravila na delovnem mestu. Vendar pa rezultati te raziskave niso zavezujoči za ustrezne zakonodajne spremembe. Kljub temu študija jasno izpostavlja, da je nujno potrebno izvesti določene ukrepe, ki bodo zaščitili profesionalne varilce in druge z varjenjem povezane delavce pred škodljivimi vplivi, ki nastajajo pri postopku varjenja, ne glede na to kateri varilni postopek je uporabljen in kakšna vrsta kovine je varjena.

V letošnjem letu se je na trgu pojavila nova serija varilnih mask Gamma, ki za varilce zagotavlja najvišjo raven zaščitne opreme dihalnih poti.

Kombinirana učinkovitost Gamma modela GTH3 in enote za dovod svežega zraka PFU 210e, je po Evropskem standardu EN 12941 klasificirana v najvišji zaščitni razred TH3.

Številčne oznake od TH1 do TH3 namreč definirajo izdelek glede na raven uhajanja plinov in delcev ter mehanske odpornosti cevskih spojev. Izdelek razreda TH1 ima maks. prepuščanje v notranjost maske 10 %, izdelek TH2 samo še 2 %. TH3 klasifikacija pa pomeni, da filter pri tej maski ločuje 99,8% delcev v zraku in da s pomočjo enote za dovod svežega zraka dopušča do največ 0,2% notranjega uhajanja plinov in delcev. To predstavlja v primerjavi z modeli TH2 (2% uhajanja) pomemben napredek.



Friction Stir Welding European Qualifications



FSW-TECH bodo ustvarili

Evropsko harmonizirano kvalifikacije za Friction Stir varjenje



FSW-TECH bo ustvaril

Evropske kvalifikacije, ki bodo izboljšale kakovost sistema poklicnega izobraževanja in usposabljanja;

Nova kvalifikacija programa usposabljanja za FSW bo priznana med evropskimi državami;

Usklajen standard usposobljenosti v sektorju FSW, usklajena z zahtevami industrije



FSW-TECH bo vplival na

MSP in velika podjetja, ki uporabljajo visoko usposobljeno osebje;

Strokovnjake, ki delajo za MSP in velika podjetja;

Razvoj usklajenega sistema usposabljanja in smernic za EFSW-O, EFSW-S and EFSW-E.

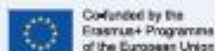


FSW-TECH bo

Povečati preglednost usposobljenosti in kvalifikacij za proizvodni sektor;

Vključeval različne zainteresirane strani v procesu usposabljanja;

Ugotovil nove priložnosti za učenje, na lahko dostopnem in usmerjenem VET profilu



This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein. ERASMUS+ EAC 2020-1-SK01-KA201-014142



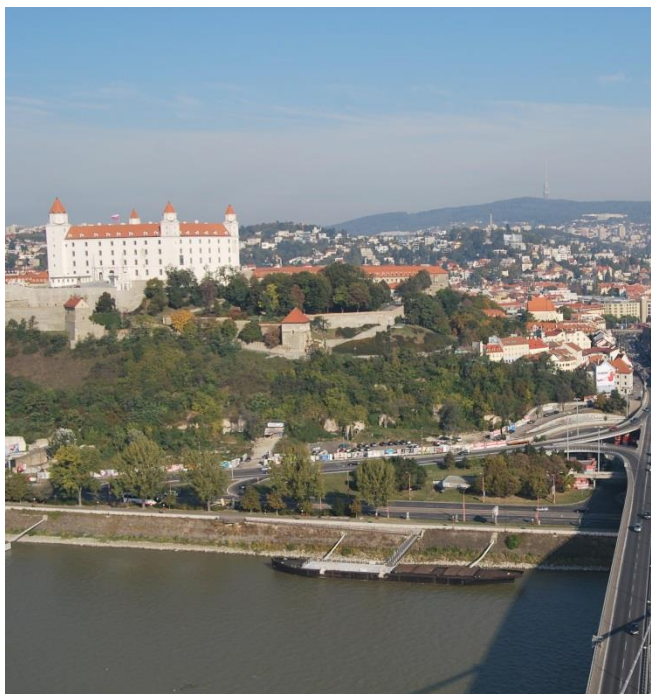
www.fsw-tech.eu

72. LETNA SKUPŠČINA MEDNARODNEGA INSTITUTA ZA VARJENJE – IIW JE BILA V BRATISLAVI OD 7.7. DO 12.7.2019

Dr. Arpad Köveš, Dr. Miloš Jovanović

Institut za varilstvo d.o.o.

72. letna skupščina in mednarodna konferenca Mednarodnega instituta za varjenje (IIW) je bila v Bratislavi na Slovaškem, v mestu, ki se nahaja ob meji treh držav obdano z manjšimi hribi in vinogradi. Bratislavo krasi staro mestno jedro iz 18. stoletja, ki je znano po živahnih kavarnah in gostilnah ter bogati kulturni dediščini, zato ni težko razumeti, da se je dogodka udeležilo kar 486 delegatov in ekspertov iz 45 držav, 80 mladih strokovnjakov, 115 študentov, ter 32 dodatno registriranih udeležencev Mednarodne konference in 51 spremljajočih oseb.



Slika 1: Pogled na Bratislavo

Na Slovaškem so tudi štirje proizvajalci avtomobilov, zato je tema konference »Novi napredni materiali in metode varjenja v

avtomobilski industriji« bila osredotočena med drugim tudi na predstavitev lokalne industrije in na predstavitev razvoja in raziskav ter strokovnega znanja na področju avtomobilske industrije.

Tako avtomobilska industrija predstavlja 45% BDP-ja Slovaške.

Prireditve, ki sta jih organizirala Institut za raziskave v varjenju (VUZ) in Slovaško društvo za varilno tehniko, so ves teden nemoteno tekle. Poletno sonce je odražalo toplino in prijaznost slovaškega prebivalstva ter prispevalo k dobremu počutju ob vseh spremljajočih družabnih dogodkih.

Letos je bila poleg generalne skupščine sklicana še izredna skupščina IIW-ja, kjer je bilo potrjeno, da se generalni sekretariat iz Francije (iz Pariza) po preteku veljavne pogodbe s francoskim varilnim inštitutom - Institut de Soudure, za naslednje pet letno obdobje preseli v Italijo (Genova) in sklene pogodba z italijanskim varilnim inštitutom - Istituto Italiano della Saldatura (IIS). **G. Luca Costa** bo prevzel funkcijo izvršnega direktorja organizacije s 1. januarjem 2020, dosedanji predsednik prof. **Gary Marquis** pa je zdaj prevzel vlogo blagajnika, ki ga je nekdaj imel gospod Costa. Tako bo že v januarju 2020 v Genovi potekal vmesni sestanek IIW-ja.

Mednarodne letne skupščine so se s strani Slovenije udeležili dr.-ing. Miro Uran, dr. Miloš Jovanović in dr. Arpad Köveš.

Po slavnostni otvoritvi Mednarodne letne skupščine so kot ponavadi bile podeljene nagrade različnih kategorij naslednjim udeležencem:

- Walter Edström Medal: **Mr Min-Chul Hong** (Republic of Korea)
- Fellow of IIW: **Prof. Emeritus Horst Cerjak** (Austria), **Prof. Dr Carl E. Cross** (USA), **Dr Richard Dolby** (UK), **Prof. Leif Karlsson** (Sweden) and **Prof. Américo Scotti** (Sweden)
- Arthur Smith Award: **Dr Kota Kadoi** (Japan)
- Chris Smallbone Award: **Mr Ray Shook** (USA)
- Thomas Medal: **Mr Douglas Kautz** (USA)
- Yoshiaki Arata Award: **Prof. Leif Karlsson** (Sweden)
- Evgeny Paton Prize: **Prof. David LeRoy Olson** (USA)

- Halil Kaya Gedik Award: **Mr David A. Fink** (USA)
- Welding in the World Best Paper: **Dr Vahid A. Hosseini** (Sweden), **Prof. Leif Karlsson** (Sweden), **Dr Dirk Engelberg** (UK), and **Dr Sten Wessman** (Sweden): 'Time-temperature-precipitation and property diagrams for super duplex stainless steel weld metals'
- Henry Granjon Prizes: **Dr JinSong Chen** (USA), **Dr Hisaya Komen** (Japan), **Dipl.-Ing. Alexander Nitsche** (Germany) and **Dir.-Ing. Jonas Hensel** (Germany)
- Ugo Guerrera Prize: **Mrs Claudia Pavan** (Italy) and Cimolai SpA for fabrication of The Oculus, World Trade Center Transportation Hub, New York, USA

Sestanek članic IAB je vodil **Christian Ahrens**, ki je trenutno predsedujoči IIW-IAB in bo prenehal s funkcijo naslednje leto na skupščini IIW-ja v Singapurju. Dnevni red je vseboval 14. točk, med katerimi bi poleg formalnih točk dnevnega reda (pozdrav, sprejem dnevnega reda, poročilo predsednika IIW-ja D. Lucianija, poročila IAB sestanka v Parizu, finančnega poročila ipd.) omenili poročilo o aktivnostih povezanih s sistemi kvalifikacije in certifikacije v letu 2018, kjer se opaža številčni upad na področju izdanih IIW diplom, na področju certificiranja podjetij po EN ISO 3834 pa rahel porast.

Omembe vredna je bila tudi razprava o prenovi dokumenta IAB-065r9-19 (Operational System of the International Authorised Board – IAB), kjer se je s strani delegatov pojavila kopica vprašanj in pripomb, zato je predsedujoči C. Ahrens prekinil nadaljnje razprave zaradi pomanjkanja časa in povedal, da naj delegati svoje pripombe pošljejo pisno čim prej, da bi se končna verzija obravnavala na naslednjem IAB sestanku.

Posamezne komisije so imele svoja posvetovanja od ponedeljka do četrтка. Posvetovanju Komisije IX – Education and Training se je udeležil dr. Miloš Jovanović, posvetovanju komisije XII pa se je kot delegat udeležil dr. Arpad Köveš.

Na sejah IX Komisije se je predvsem govorilo o pomanjknju varilcev ter naprednih načinih usposabljanja na Japonskem, v Avstraliji in ZDA. Drugi opazen problem, je pomanjkanje praktičnih znanj nujnih za varilsko proizvodnjo pri inžinerjih po končanem študiju v EU.

Delo komisije XII je odprl njen predsednik **prof. Satoru Asai**, ki je po pozdravu vseh udeležencev na kratko predstavil dosedanje sestanke dela komisije v zadnjih nekaj letih tako na letnih skupščinah kakor tudi vse sestanke »vmesnih srečanj« – intermediate meeting, katere lansko leto smo organizirali pri nas v Sloveniji (v Lendavi).

Prvi dan (v ponedeljek, 8.7.2019 popoldne) je bilo predstavljenih enajst dokumentov iz področja podkomisije C-XII-B »Obločni varilni procesi« in C-XII-A »Senzorji in kontrola«, katero sta vodila predsednik podkomisije C-XII-B **Stephan Egerland** iz Avstrije (Fronius) ter predsednik podkomisije »C-XII-A« **dr. Zengxi Stephen Pan**. Med predstavljenimi dokumenti so v prvem delu prevladovali dokumenti (članki) v povezavi z EPP varilnim načinom, v drugem delu pa dokumenti v zvezi z aplikativnim razvojem in raziskavami na področju senzorskih sistemov za različne elektroobločne načine varjenja. Predstavljeno je bilo enajst od predvidenih dvanajst dokumentov.

Naslednji dan v torek (9.7.2019) je bila kot že nekaj let nazaj, celodnevna skupna delavnica komisij I, IV, VII, XII in študijske skupine SG 212 na temo hibridnih načinov varjenja največ v kombinaciji z laserjem, o proizvodnji z dodajanjem (Additive Manufacturing) in specialnih primerih. Skupno delavnico so vodili **prof. Satoru Asai** (predsednik komisije XII - Obločni varilni procesi ter proizvodni sistemi), **g. Doug Kautz** (predsednik komisije I - Proizvodnja z dodajanjem, navarjanje in metalizacija), predsednik komisije IV »Močnostni procesi (z elektronskim snopom in svetlobnimi žarki) **dr. Herbert Stauffer** ter **prof. Tanaka Manabu** (predsednik SG 212). Predstavljenih je bilo štiriindvajset dokumentov.

Zadnji dan dela komisije XII v sredo, 9.7.2019 sta vodila predsednik podkomisije C-XII-C »Proizvodni sistemi in aplikacije« ter podpredsednik komisije XII, **prof. Sven-F. Goecke** in **dr. Marcel Hermans**. Predstavljeno je bilo enajst od predvidenih dvanajst dokumentov. Prevladovali so dokumenti na temo specialnih aplikacij po načinih TIG in MIG/MAG.

Vabljen predavanje na mednarodni konferenci – »Portevine Lecture« je izvedel dr. Ing. Jožef Uhrík (Volkswagen Slovaška) na temo „Avtomobilska industrija na Slovaškem - zgodovina, vpliv in perspektiva za prihodnost“.

Ostali vabljeni plenarni dokumenti konference so govorili o izzivih na področju avtomobilske industrije, predvsem o novih materialih, laserskem in uporovnem točkovnem varjenju ter rabi nekaterih NDT metod, predvsem MT metode. V vseh 72 predstavljenih dokumentih so bile zajete teme, kot so spajanje različnih materialov in naprednih jekel, napredni postopki varjenja vključno z laserjem, elektronskim snopom ter varjenje s trenjem z mešanjem (friction stir welding), proizvodnja z dodajanjem (Additive Manufacturing) v avtomobilski industriji ter testiranje, spremljanje in kontrola kvalitete.

Na koncu naj omenimo, da je dokumente mednarodne letne skupščine in komisije XII moč dobiti na Institutu za varilstvo.

Seznam dokumentov komisije XII:

- [1] Investigation of Welding Condition for Narrow Gap Submerged Arc Welding
Yohei ABE, Mitsuyoshi NAKATANI, Takahiro FUJIMOTO, Masaya SHIGETA, Manabu TANAKA (Japan)
Doc. XII-2342-19
- [2] Submerged arc welding process peculiarities in application for Arctic structures
Pavel Layus, Eric Mvola Belinga, Paul Kah, Harri Eskelinen (Finland)
Doc. XII-2433-19
- [3] A Technique for Preventing Solidification Cracking at the End Part of a Weld Joint in One-side Submerged Arc Welding
H. Yokota, M. Komura, Y. Yamashita, M. Shibahara (Japan)#
Doc. XII-2340-19
- [4] Application of Solidification Cracking Prevention Technique in One-Side Submerged Arc Welding
Shunsuke TANIOKA, Masayuki KIKKAWA, Takuya KUSABA, Noboru KIIJI (Japan)
Doc. XII-2343-19
- [5] High productive Electroslag welding process for thick corner joint of built-up BOX column
T. Tsuyama, S. Nanbu, T. Tsuji, Y. Ogino, S. Asai (Japan)
Doc. XII-2439-19
- [6] WelDX - towards a common file format for open science in arc welding
Cagtay Fabry, Andreas Pittner, Michael Rethmeier (Germany)
Doc. XII-2348-19
- [7] In-situ Defect Detection System Using Laser Ultrasonic for Welding Robot
Satoru Asai, Kazufumi Nomura, Taketo Matsuida, Satoshi Otaki (Japan)
Doc. XII-2341-19
- [8] Development of In-process Welding Torch Position Control System using AI Technology
Y. Tsujimura, T. Ogawa, T. Sakai, M. Horie (Japan)
Doc. XII-2438-19
- [9] Study on the monitoring of porosity defects in weld using artificial intelligence algorithm in GMAW process
Seungmin Shin, Seunghun Rhee (Korea)
Doc. XII-2434-19
- [10] In-process monitoring of weld quality in thin plate lap welding by using image sensing
Seiya Nitta, Yosuke Ogino, Satoru Asai (Japan)
Doc. XII-2437-19
- [11] Deep learning algorithm-based prediction of keyhole status/penetration in PAW
Guokai Zhang, Xinfeng Liu, Chuanbao Jia, ChuanSong Wu (China)
Doc. XII-2347-19
- [12] Estimation of the weld penetration depth by the surface measurement in TIG arc welding
K. Nomura, S. Yamashita, F. Imura, S. Asai (Japan)
Doc. XII-2356-19, Doc. 212-1632-19
- [J1] Arc-welding based additive manufacturing for body reinforcement in automotive engineering
Ann-Christin Josten (Germany)
Doc. XII-2428-19/ I-1425-19/IV-1451-19/212-1641-19
- [J2] Optimization of the controlled short circuit GMAW metal transfer process for the deposition rate increasing in Wire Arc Additive Manufacturing
D. Kurushkin, I. Mushnikov, A. Popovich, O. Panchenko (Russia)
Doc. XII-2352-19/ I-1426-19/IV-1452-19/212-1642-19
- [J3] Increasing the manufacturing efficiency of WAAM by advanced cooling strategies
Uwe Reisgen, Rahul Sharma, Samuel Mann, Lukas Oster (Germany)
Doc. XII-2357-19/ I-1427-19/IV-1453-19/212-1643-19
- [J4] Arc Characteristics and Metal Transfer Mode in Super-TIG Welding of Thick Wall Metal Additive Manufacturing
S.M. Cho, G.J. Seo, J.H. Park, M. Cheepu (Korea)
Doc. 212-1625-19/ I-1428-19/XII-2363-19/212-1644-19
- [J5] Multi Signal Sensing, Monitoring and Control in Wire Arc Additive Manufacturing

- S.F. Goecke, G.F. Gottschalk, A. Babu and M.J.M Hermans (Germany)
Doc. 212-1639-19/ I-1429-19/IV-1454-19/XII-2364-19
- [J6] Characterisation of heat transfer in wire arc additive manufacturing (WAAM)
Philipp Henckell, Yarop Ali, Jan Reimann, Jean Pierre Bergmann (Germany)
Doc. I-1417-19/IV-1455-19/XII-2365-19/212-1645-19
- [J7] Microstructural development during wire arc additive manufacturing of copper based components
Justin Baby, Murugaiyan Amirthalingam (India)
Doc.XII-2353-19/ I-1430-19/ IV-1456-19/212-1646-19
- [J8] Wire arc additive manufacturing of high strength Al-Mg-Si aluminum alloys using similar filler wires with additional grain refiner
René Winterkorn, Andreas Pittner, Robert Lahnsteiner, Michael Rethmeier (Germany)
Doc. I-1410-19/IV-1457-19/XII-2366-19/212-1647 -19
- [J9] Mechanical properties of Wire Arc Additive Manufactured Components of Ti-6Al-4V
H. Staufer, Grunwald R. (Austria)
Doc. IV-1434-19/ I-1431-19/ XII-2367-19/212-1648-19
- [J10] In situ synthesis of a novel Si-containing FeCoCrNi high-entropy alloy fabricated by selective laser melting
Danyang Lina, Lianyong Xua, Hongyang Jinga, Yongdian Hana, Lei Zhaoa (China)
Doc. XII-2354-19/ I-1432-19/ IV-1458-19/212-1649-19
- [J11] Streamlining parameter development and minimizing material costs in laser powder bed fusion
Colt Montgomery (USA)
Doc. I-1403-19/IV-1459-19/XII-2368-19/212-1650-19
- [J12] Multifunctional Large-Scale Machine for Additive Manufacturing – LASIMM
E. Assunção, F. Barros, D. Barbosa (Belgium)
Doc. XII-2435-19/ I-1433-19 /IV-1460-19/212-1651-19
- [J13] The effect of oxygen on the gas tungsten arc weldability of laser-powderbed fusion fabricated 304L stainless steel
Devon S. Gonzales, Stephen Liu, Daniel Javernick, Matthew Johnson (USA)
Doc. I-1405-19/IV-1461-19/XII-2369-19/212-1652-19
- [J14] Bridging the “valley of death” in laser based metal additive manufacturing
R. Bola, E. Assunção, L. Quintino (Portugal)
Doc.IV-1432-19/ I-XXXX-19/ XII-2370-19/212-1653-19
- [J15] Innovative Laser Beam Joining Technology for Additive Manufactured Parts
B. Gerhards (Germany)
Doc. IV-1449-19/ I-1434-19/ XII-2371-19/212-1654-19
- [J16] Laserbeam-Hybrid-Welding – current results and prospect
J. Brozek, S. Keitel (Germany)
Doc. IV-1431-19/ I-1436-19/ XII-2373-19/212-1656-19
- [J17] Experimental and numerical study of the influence of the Laser hybrid parameters in partial penetration welding on the solidification cracking in the weld root
N. Bakir, Ö. Üstündag, A. Gumenyuk, M. Rethmeier (Germany)
Doc. IV-1441-19/ I-1437-19/ XII-2374-19/212-1657-19
- [J18] Laserbeam Submerged Arc Hybrid Welding – A novel hybrid welding technique for thick plate applications.
Oliver Engels (Germany)
Doc. IV-1446-19/ I-1438-19/ XII-2375-19/212-1658-19
- [J19] Assessment of thermal cycles by combining thermo-fluid dynamics and heat conduction in keyhole mode welding processes
A. Artinov, V. Karkhin, P. Khomich, M. Bachmann, M. Rethmeier (Germany)
Doc. 212-1607-19/ I-1439-19//IV-1461-19/XII-2376-19
- [J20] Numerical analysis of weld pool behavior in wire feed laser beam welding with oscillating magnetic field
X. Meng, A. Artinov, M. Bachmann, M. Rethmeier (Germany)
Doc. 212-1608-19/ I-1440-19/IV-1462-19/XII-2377-19
- [J21] Participatory Design of Laser Keyhole Welding Process using CFD-based Coupled Simulations of Thermal, Metallurgical and Mechanical Behavior
S.W. Han, L.J. Zhang, J.X. Zhang, S.J. Na (China)
Doc. 212-1612-19/ I-1441-19/IV-1463-19/XII-2378-19
- [J22] Effects of the Shielding Gas Flow on the Blowhole Generation for Aluminum Alloys Laser Welding
T. Fujimoto, M. Hirano, E. Fujimoto, Y. Abe, M. Nakatani, M. Shigeta and M. Tanaka (Japan)
Doc.212-1613-19/I-1442-19/IV-1464-19/XII-2379-19
- [J23] Numerical modeling of keyhole instability and porosity formation in deep-penetration laser welding on NiCrMoV steel
Y. Suna, H.C. Cui, X.H. Tang, F.G. Lu (China)
Doc. 212-1623-19/ I-1443-19/IV-1465-19/XII-2380-19

- [J24] The visualization of contamination phenomena and countermeasure performance on vacuum laser beam welding via experimental and numerical approaches
Y.K. Lee, J. Cheon, B.K. Min, J.H. Cho and C.L. Kim (Korea)
Doc. 212-1628-19/ I-1444-19/IV-1466-19/XII-2381-19
- [13] Separation of the arc-stabilizing effects of surface heating and metal vapor injection by laser radiation
Kügler, H.; Vollertsen, F. (Germany)
Doc.XII-2345-19
- [14] Effect of various TIG welding processes on weld bead dimensions and microstructure of carbon steel
Shubham Bhartea, Arjun Ajith Kumara, V. J. Badhekaa, A. B. Zalab, N. I. Jamanparab (India)
Doc. XII-2346-19
- [15] Development of new AC TIG Welding Power Source and its Improvement of Productivity
Keiji Kadota, Zhongjie Liu, Kento Takada, Tetsuo Era, Tomoyuki Ueyama, Kazufumi Nomura, Satoru Asai (Japan)
Doc. XII-2382-19
- [16] Analysis of metal transfer in hot-wire GTAW with indirect resistive heating
Tim Ungethüm, Erik Spaniol, Martin Hertel, Uwe Füssel (Germany)
Doc. XII-2350-19
- [17] Discovery of High-frequency Effects on Arc Light Radiation in Microplasma Arc Welding with Pulsed Current
J.P. He, H. Zhang, S.L. Lin-Yang, F.X. Wang (China)
Doc. XII-2358-19, Doc.212-1603-19
- [18] Dynamic Variations in Two-peak Distribution of Arc Light Radiation in Pulsed Microplasma Arc Welding
F.X. Wang, J.P. He, A.Y. Wang, Y.T. Yun, S.L. Lin-Yang (China)
Doc. XII-2359-19, Doc.212-1604-19
- [19] Development of a highly productive GMAW hot-wire process using a two-dimensional arc deflection
Erik Spaniol, Marcus Trautmann, Tim Ungethüm, Martin Hertel, Uwe Füssel, Philipp Henckell, Jean Pierre Bergmann (Germany)
Doc. XII-2351-19
- [20] The importance of sample rate in Heat Input calculation for Waveform Controlled Welding
Judah Henry, Joe Daniel, Teresa Melfi (USA)
Doc. XII-2349-19
- [21] The Effects of Cold Cracking Prevention by the Welding Process for Reducing Diffusible Hydrogen
N. Mukai, Y. Inoue, S. Sasakura, Y. Kinoshita (Japan)
Doc. XII-2344-19
- [22] Numerical simulation of gas flow in a novel welding process for reducing diffusible hydrogen
S. Tashiro, N. Mukai, Y. Inoue, T. Suga, A.B. Murphy and M. Tanaka (Japan)
Doc. XII-2360-19, Doc.212-1617-19
- [23] Technology Development and Automation for Fabrication and Welding of thin walled components for critical application
T.V. Prabhu, R. Lavakumar, G. Nanthakumar, P. Muralidaran (India)
Doc. XII-2436-19
- [24] Wire Arc 3D Printing of Magnesium - a new Approach on MIG Additive Manufacturing
Sven-F. Goecke, Danny Lubosch, Sebastian Baum, Götz-F. Gottschalk and Georg Fischer (Germany)
Doc. XII-2362-19

IZOBRAŽEVALNI PROGRAMI INSTITUTA ZA VARILSTVO D.O.O.

Mojca Radman

Institut za varilstvo d.o.o.

V slovenski industriji primanjkuje več sto varilcev, saj je dobrega varilca težko najti, še težje pa obdržati. Zato je ta poklic v Sloveniji in v svetu že vrsto let deficitaren. Kljub vse hitrejši robotizaciji sta klasično varjenje in varilec nenadomestljiva pri individualnih izdelkih, varjenju na težko dosegljivih mestih ter pri varjenju zelo različnih in zahtevnih oblikah kosov.

Glede na navedena dejstva je ključna ustrezna kvalifikacija varilcev in varilskega osebja na splošno.

Institut za varilstvo organizira redne **tečaje varjenja** na mesečni ravni, s pričetkom vsak prvi ponedeljek v mesecu, in sicer v Ljubljani in Mariboru. Pri teoretičnem delu udeleženci pridobijo osnovna in specifična znanja za opravljanje dela varilca kot tudi za varno delo, pri praktičnem delu pa usposobljenost za varjenje za izbrani način varjenja (TIG, MIG, MAG, ročno elektroobložno, plamensko varjenje in spajkanje). Tečaji varjenja so prilagojeni tako začetnikom kot tudi udeležencem z več izkušnjami. Inštruktorji se namreč posvetijo vsakemu udeležencu posebej, vaje pa se prilagodijo nivoju izkušenj udeleženca, pa tudi potrebam naročnika. Novost pri usposabljanju varilcev je uporaba simulatorja varjenja predvsem za mlajše generacije.

Slika 1: Uporaba simulatorja varjenja



Po koncu usposabljanj imajo udeleženci možnost pridobiti mednarodno veljavni certifikat o preizkusu usposobljenosti varilca za želeni način varjenja skladno s standardi iz skupine EN ISO 9606.

Institut za varilstvo in Zavod RS za zaposlovanje sta septembra letos podpisala pogodbo za izvajanje prekvalifikacije brezposelnih za programe TIG in MIG/MAG varilec za novo dvoletno obdobje. Prijavljene brezposelne osebe imajo tako možnost vključitve v dvotedenski izobraževalni program za izbrani način varjenja in s tem pridobitev ustrezne kvalifikacije za poklic varilca.

Slika 2: izobraževanje v predavalnici Instituta



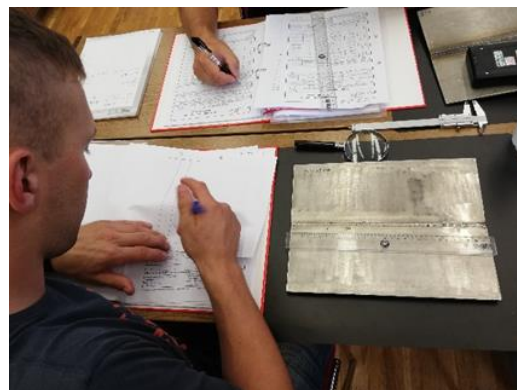
Poleg tečajev za spajanje kovinskih materialov pa dvakrat letno Institut organizira tudi dvodnevni **tečaj za varjenje plastičnih mas**. Tečaj obsega predstavitev teoretičnih osnov o plastičnih masah (pridobivanje, lastnosti, varivost, reciklaža,...) in praktični prikaz najpogostejših načinov varjenja plastičnih mas. Po koncu tečaja imajo udeleženci možnost pridobiti mednarodno veljavni certifikat o preizkusu usposobljenosti varilca skladno s standardom EN ISO 13067.

Slika 3: Praktično usposabljanje varilca



Institut za varilstvo mesečno izvaja **usposabljanja in certificiranja za osebje, ki izvaja neporušitvene metode preiskave:** vizualna preiskava (VT), preiskava s tekočimi penetranti (PT), preiskava z magnetnimi delci (MT), ultrazvočna preiskava (UT), ultrazvočno merjenje debelin (UTT), radiografska preiskava (RT) in ocenjevanje radiografskih filmov (RT.FAS). Usposabljanja so organizirana tako v Ljubljani kot tudi v Mariboru. Certificiranje se izvede skladno s standardom EN ISO 9712, z mednarodno veljavnim certifikatom pa NDT kontrolor dokazuje usposobljenost za preizkušanje, ocenjevanje rezultatov preizkušnja in uporabo ustreznih standardov.

Slika 4: Usposabljanje za vizualno preiskavo



Kot edina ustanova v Sloveniji, pooblaščen s strani IIW (Mednarodnega inštituta za varilstvo) in EWF (Evropske varilske federacije), izvaja Institut za varilstvo **specializacije za mednarodne varilske koordinatorje (IWE, IWT in IWS) in inšpektorje (IWIP)**. Trenutno se za inšpektorja izobražuje četrta generacija, v decembru pa bo z izobraževanjem za mednarodnega varilskega inženirja in tehnologa pričela četrta generacija koordinatorjev, ki se izobražuje z učenjem na daljavo (»blended learning«).

Dodatne informacije o izobraževalnih programih Instituta za varilstvo dobite na:

- spletni strani: <https://i-var.si/>
- E-naslovu: izobrazevanje-lj@i-var.si
- telefonski številki: **01 28 09 402**



IWE/IWT SPECIALIZACIJA

2019/20

Mednarodni varilski inženir (IWE)
Mednarodni varilski tehnolog (IWT)

Izobraževanje na daljavo → ZAČETEK 30.11.2019

Po smernicah IAB-252r4-18 in IAB-195r3-18

Specializacija se izvaja v skladu s smernicami in vodstvom Mednarodnega inštituta za varilstvo (IIW) in je namenjena vsem, ki se pri svojem delu srečujejo z varjenjem, obenem pa želijo poglobiti svoja znanja na tem področju.

Specializacija je tudi priložnost, da varilski koordinatorji izpolnijo standardne zahteve za kvalifikacijo v podjetjih, ki želijo pridobiti in vzdrževati certifikat zagotavljanja kakovosti za varjenje po standardih **ISO 3834, ISO 14731 in EN 1090**.

Izobraževanje bo potekalo na daljavo, z delom predavanj in praktičnimi vajami, ki bodo izvedene v prostorih Inštituta za varilstvo.

NAMENJENO PREDVSEM ZA PODROČJA DELA

- vodja proizvodnje
- tehnologija
- varilni nadzor
- komerciala
- projektiva
- vodja kakovosti (QA/QM)

VPIŠNI POGOJI

IWE: diploma iz inženirstva (vsaj triletni študij – I. bolonjska stopnja)

IWT: višje strokovno izobraževanje, srednja tehnična šola

DIPLOMA

Po uspešno zaključenem izobraževanju in opravljenih izpitih prejmejo udeleženci **mednarodno IIW diplomu**, ki jo izda Slovensko društvo za varilno tehniko (SDVT) v imenu Mednarodnega inštituta za varilstvo (IIW). Diploma je v angleškem jeziku in je mednarodno priznana.

CENA

IWE: 5.710 EUR + DDV

IWT: 4.844 EUR + DDV

Nudimo možnost plačila na 4 obroke za podjetja in na 10 obrokov za samoplačnike.

DODATNE INFORMACIJE

T: +386 41 899 397

E: milos.jovanovic@i-var.si

W: www.i-var.si/izobrazevanje/koordinatorjev

Modul 1: Varilni procesi in oprema

E-učenje: cca. 5 tednov

Predavanja/vaje: cca. 1-2 tedna

Izpit: pisni in ustni

Modul 2: Materiali in njihova varivost

E-učenje: cca. 5 tednov

Predavanja/vaje: cca. 1-2 tedna

Izpit: pisni in ustni

Modul 3: Zasnova in izračun varjenih konstrukcij

E-učenje: cca. 3 tedne

Predavanja/vaje: cca. 1 teden

Izpit: pisni in ustni

Modul 4: Izdelava in uporabnost

E-učenje: cca. 4 tedne

Predavanja/vaje: cca. 1-2 tedna

Študija primera (seminarska naloga)

Izpit: pisni

IIW diploma

EFW diploma

Žig



Dejavnosti Instituta za varilstvo

Izobraževanje na varilskem področju

izvajanje evropskih/mednarodnih specializacij za celotno varilsko osebje skladno z EWF/IIW smernicami
izobraževanje in usposabljanje osebja za neporušitvene preiskave skladno z EN ISO 9712 izobraževanje in usposabljanje varilcev
izvajanje seminarjev in drugih izobraževanj ter usposabljanj s področja varilstva

Akreditirani certifikacijski organ za certificiranje osebja skladno z EN ISO/IEC 17024

za certificiranje varilcev
za certificiranje osebja za neporušitvene preiskave skladno z EN ISO 9712

Akreditirani certifikacijski organ za certificiranje proizvodov skladno z EN ISO/IEC 17065

za certificiranje varilnih postopkov – WPQR
za certificiranje notranje kontrole proizvodnje – FPC - skladno z EN 1090-1
za certificiranje sistema kakovosti pri talilnem varjenju kovinskih materialov skladno z EN ISO 3834
za certificiranje tlačne opreme

Akreditirani laboratoriji skladno z EN ISO/IEC 17025

izvajanje vseh vrst porušitvenih preiskav na zvarnih spojih
izvajanje vseh vrst neporušitvenih preiskav – NDT
preskušanje virov varilnega toka

Raziskave in razvoj

samostojno izvajanje ter sodelovanje pri raziskovalnih projektih na varilskem področju
delovanje Tehnološkega centra varilstvo na aplikativni osnovi

Nadzor

nad gradnjo jeklenih konstrukcij ter drugih objektov

Varjenje

popravila vseh vrst poškodb z reparaturnim varjenjem
proizvodnja zahtevnih varjenih izdelkov

Zastopstva

opreme za izvajanje neporušitvenih preiskav



Institut za varilstvo d.o.o.
Ptujška 19, SI-1000 Ljubljana
tel.: +386 (0)1 28 09 400
elektronska pošta: info@i-var.si
internet: www.i-var.si
ID št. za DDV: SI33674175
matična št.: 5051398