

Категорија: М83

Назив: Нови технолошки поступак израде цевасте електроде за тврдо наваривање

Аутори:

1. Др. Никола Бајић, дипл.инж. , ИХИС Техно-експертс, д.о.о., Београд
2. Др Дарко Вељић, дипл.инж. ИХИС Техно-експертс, д.о.о., Београд
3. Др Марко Ракин, дипл.инж., Факултет за Технологију и Металургиу, Универзитет у Београду, Карнегијева 4.
4. Др Михаило Мрдак, дипл.инж., Истраживачко развојни центар, ИМТЕЛ комуникације а.д Београд.
5. Мр Јасмина Пекез, дипл.инж., Универзитет у Новом Саду, Технички факултет „Михајло Пупин“ Зрењанин.
6. Др Зоран Карастојковић, Висока техничка школа струковних студија, Нови Београд

Рецензенти: списак рецензената са њиховом афилијацијом:

1. Проф. др Мирослав Ламбић, Универзитет у Новом Саду, Технички факултет „Михајло Пупин“ , Зрењанин,
2. Проф. др Живослав Адамовић, Универзитет у Новом Саду, Технички факултет „Михајло Пупин“ , Зрењанин,

Година реализације: 2015



Република Србија – АП Војводина
Универзитет у Новом Саду
Технички факултет «Михајло Пупин»
Зрењанин, Ђуре Ђаковића бб
www.tfzr.uns.ac.rs
Тел.023/550-515 факс: 023/550-520
ПИБ: 101161200



Дел.број: 03-6744/6
Дана: 09.12.2015.

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА
са 141. седнице Наставно-научног већа Техничког факултета «Михајло
Пупин» Зрењанин одржане 09.12.2015.године

Непотребно изостављено!

6.

Записници Катедри

6.3. Катедра за машинско инжењерство

6.3.2.

Након кратког образложења проф. др Павловић Милана, председника Наставно научног већа Факултета, и предлога Катедре за машинско инжењерство, гласањем, једногласно је донета

О Д Л У К А

ПРИХВАТА СЕ предлог о именовању следећих рецензента за Техничко решење: „Нови технолошки поступак израде цевасте електроде за тврдо наваривање“.

1. Проф. др Мирослав Ламбић, члан, Технички факултет, "М.Пупин", Зрењанин
2. Проф. др Живослав Адамовић, Технички факултет "Михајло Пупин", Зрењанин.

Аутори: др Никола Бајића, дипл.инж., др Дарко Вељић, дипл инж, др Марко Ракин, дипл.инж., др Михаило Мрдак, дипл.инж., др Јасмина Пекез, дипл инж, и др Зоран Карастојковић

За тачност
Стојак Ленуца

Председник Наставно научног већа
Проф. др Милан Павловић

Доставити:

1. Рецензентима
2. Катедри
3. Архиви



ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ

Предмет: Мишљење рецезената-експерата

На основу захтева Др Николе Бајића, дипл.инж., др Дарка Вељића, дипл инж, др Марка Ракина, дипл.инж., др Михаила Мрдака, дипл.инж, др.Јасмине Пекез, дипл инж,и др Зорана Карастојковића аутора техничког решења под називом: „Нови технолошки поступак израде цевасте електроде за тврдо наваривање“ дајемо следеће

МИШЉЕЊЕ

На основу увида у техничку документацију о техничком решењу под називом „Нови технолошки поступак израде цевасте електроде за тврдо наваривање“ и сагледавања реализације неопходних активности које су биле усмерене на развој новог технолошког поступка израде облоге и језгра рутилне цевасте електроде може се констатовати да представља значајан допринос развоју нових савремених додатних материјала намењених за тврдо наваривање.

Развој нових квалитета обложених електрода за тврдо наваривање је теоретски и практично посматрано могуће само у правцу побољшања коефицијента преноса легирајућих елемената из језгра или облоге електроде чиме се користи мања јачина струје са којом се изводи електролучно наваривање а тиме и мањи унос топлоте у току наваривања. Поред наведеног побољшања освојена цеваста електрода у техничком решењу максимално користи скупе легирајуће елементе који се у метал шава уводе као тврди карбиди добијени из секундарних сировина. Овим техничко решење има и посебан додатни позитивни економски ефекат због одредења аутора да пуњено легирано језгро цевасте електроде ураде на бази легирајућих елемената (волфрам, кобалт) који су посебним технолошким поступком добијени из секундарних сировина тврдих метала (истрошени алати, токарски ножеви, глодала, матрице за извлачење и сл.).

Нове цевасте обложене електроде за тврдо наваривање у односу на класичне електроде имају низ предности а пре свега обезбеђују примену ниске ампераже у току наваривања (од 80 до 425 А), већу брзину доношења навара од 1-3 пута, могу се успешно користити са АС и DC опремом за наваривање и имају смањену потрошњу енергије за наваривање великих површина.

Нови технолошки поступак наведен у техничком решењу групе аутора је резултат истраживачко развојног рада и представља оригинално решење појединих технолошких захвата:

- Решење технолошког поступка израде прахова из секундарних сировина од тврдих метала, затим компоновање мешавине и пројектовање поступка добијања гранула од мешавине прахова погодних за пуњење челичне цеви;

- Решење технолошког поступка израде облоге и и наношења на формирано метално језгро.

Конструктивно решење геометрије цевасте електроде је урађено по узору на већ позната решења у свету сличних производа новијег датума.

Увидом у добијене резултате хемијског састава чистог метала шава изведеног са новом цевастом електродом рутилног типа може се констатовати да техничко решење израде пунила цеви и облоге електроде доприноси квалитетном уносу легирајућих елемената у метал шава.

Добијена тврдоће навара показује директну зависност од пројектованог хемијског састава који је постигнут топљењем у електричном луку челичне цеви и гранула легираних компоненти.

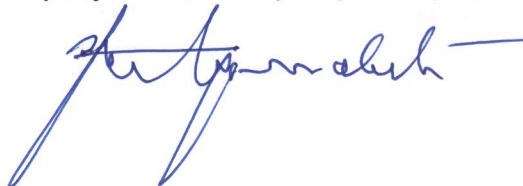
Компаративном анализом новог техничког решења са сличним иностраним решењем цевастих електрода за тврдо наваривање, може се констатовати да производ задовољава техничке захтеве по квалитету навара и у погледу оперативно заваривачких особина.

Предложено техничко и развојно решење може се сврстати у категорију **Нови технолошки поступк (M83)** према критеријумима Правилника о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научно истраживачких резултата Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Зрењанин, 14.12.2015.

Рецезент:

Проф др Живослав Адамовић, редовни професор,
научна област: Индустијско инжењерство,
Технички факултет „Михајл Пупин“ у Зрењанину



ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ

Предмет: Мишљење рецензата-експерата

На основу захтева Др Николе Бајића, дипл.инж., др Дарка Вељића, дипл инж, др Марка Ракина, дипл.инж., др Михаила Мрдака, дипл.инж, др.Јасмине Пекез, дипл инж,и др Зорана Карастојковића аутора техничког решења под називом: „*Нови технолошки поступак израде цевасте електроде за тврдо наваривање*“ дајемо следеће

МИШЉЕЊЕ

На основу увида у техничку документацију о техничком решењу под називом „**Нови технолошки поступак израде цевасте електроде за тврдо наваривање**“ и сагледавања реализације неопходних активности које су биле усмерене на развој новог технолошког поступка израде облоге и језгра рутилне цевасте електроде може се констатовати да представља значајан допринос развоју нових савремених додатних материјала намењених за тврдо наваривање.

Развој нових квалитета обложених електрода за тврдо наваривање је теоретски и практично посматрано могуће само у правцу побољшања коефицијента преноса легирајућих елемената из језгра или облоге електроде чиме се користи мања јачина струје са којом се изводи електролучно наваривање а тиме и мањи унос топлоте у току наваривања. Поред наведеног побољшања освојена цеваста електрода у техничком решењу максимално користи скупе легирајуће елементе који се у метал шаву уводе као тврди карбиди добијени из секундарних сировина. Овим техничко решење има и посебан додатни позитивни економски ефекат због одредења аутора да пуњено легирано језгро цевасте електроде израде на бази легирајућих елемената (волфрам, кобалт) који су посебним технолошким поступком добијени из секундарних сировина тврдих метала (истрошени алати, токарски ножеви, глодала, матрице за извлачење и сл.).

Нове цевасте обложене електроде за тврдо наваривање у односу на класичне електроде имају низ предности а пре свега обезбеђују примену ниске ампераже у току наваривања (од 80 до 425 А), већу брзину наношења навара од 1-3 пута, могу се успешно користити са АС и DC опремом за наваривање и имају смањену потрошњу енергије за наваривање великих површина.

Нови технолошки поступак наведен у техничком решењу групе аутора је резултат истраживачко развојног рада и представља оригинално решење појединих технолошких захвата:

- Решење технолошког поступка израде прахова из секундарних сировина од тврдих метала, затим компоновање мешавине и пројектовање поступка добијања гранула од мешавине прахова погодних за пуњење челичне цеви;
- Решење технолошког поступка израде облоге и наношења на формирано метално језгро.

Конструктивно решење геометрије цевасте електроде је урађено по узору на већ позната решења у свету сличних производа новијег датума.

Увидом у добијене резултате хемијског састава чистог метала шава изведеног са новом цевастом електродом рутилног типа може се констатовати да техничко решење израде пунила цеви и облоге електроде доприноси квалитетном уносу легирајућих елемената у метал шава.

Добијена тврдоће навара показује директну зависност од пројектованог хемијског састава који је постигнут топљењем у електричном луку челичне цеви и гранула легираних компоненти.

Компаративном анализом новог техничког решења са сличним иностраним решењем цевастих електрода за тврдо наваривање, може се констатовати да производ задовољава техничке захтеве по квалитету навара и у погледу оперативно заваривачких особина.

Предложено техничко и развојно решење може се сврстати у категорију **Нови технолошки поступк (M83)** према критеријумима Правилника о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научно истраживачких резултата Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Зрењанин, 11.12.2015.

Рецензент:



Проф др Мирослав Ламбић, редовни професор,
научна област: Индустијско инжењерство,
Технички факултет „Михајл Пупин“ у Зрењанину



S.V.LINE d.o.o.

Sedište preduzeća:
Đorđa Stanojevića 11v/41
11070 Novi Beograd, Srbija

Sedište proizvodnje i dostava robe:
Batajnički put 23
11080 Zemun, Srbija

telefon: 011 3073 527
telefon/fax: 011 3073 528
email: office@svline.rs
www.svline.rs

br. računa: 330-4001657-32 Credit Agricole Banka
br. računa: 155-21941-50 Čačanska Banka
Bank of beneficiary: Cacanska banka ad, Pivarska 1, RS-32000 Cacak
SWIFT: CABARS22, IBAN: RS35 1550 0000 0003 2667 76
PIB: SR101684003, PDV evidencioni broj: 135175590
Matični broj: 07906927, Šifra delatnosti: 2599

PREDUZEĆE ZA OBRADU METALA I PROIZVODNJU PREDMETA

OD METALA I DRVETA, TRGOVINU I USLUGE, D.O.O.

"S.V. LINE"

Br. 260/2015
10.12 2015 god
NOVI BEOGRAD

У својству потенцијалног корисника нових електрода за тврдо наваривање извели смо пробно наваривање машинских делова са два нова металуршка квалитета обложених електрода за тврдо наваривање интерне ознаке IHIS CE-1R и IHIS CE-2 R освојене од стране групе истраживача у Истраживачко Развојном Центру ИХИС Техно експертс д.о.о Београд и на основу запажања наших специјалиста из области заваривања везано за оперативно заваривачке особине нових електрода дајемо

ИЗЈАВУ

Изведено пробно наваривање са освојена два металуршка квалитета обложене цевасте електроде рутилног типа ознаке IHIS CE-1R и IHIS CE-2 R намењена за тврдо наваривање показује да су особине на нивоу сличног производа од познатих произвођача које смо били у ситуацији да користимо.

Визуелном контролом процеса у току извођења наваривања ручним електролучним поступком са новом обложеном цевастом електродом ознаке IHIS CE-1R и IHIS CE-2R и пречника 10 и 12 мм уочава се:

- лако успостављање електричног лука и стабилно горење код електроде пречника 10 и 12 мм али због великих димензија електроде заваривачу је потребна одређена рутина због чега је долазило до грешке у вођењу електроде;
- облога цевасте електроде у току наваривања се топи равномерно;
- не уочава се велико распрскавање материјала с обзиром на масу електроде;
- у циљу још равномернијег разливања електродног материјала потребно је извесно побољшање састава облоге;
- уочава се равномерно разливање шљакe и лако одвајање од метала навара;
- могу се успешно користити уређаји са AC и DC извором за наваривање,
- ниска ампеража у току наваривања (код пречника 10мм струја од 140 A, а код пречника 12 мм струја од 250 A) омогућава мали унос топлоте наваривања и већу брзину наваривања;
- евидентна је већа брзина наношења навара од 1-3 пута у односу на класичну электроду.

Увидом у добијене вредности тврдоће навара од 585 HV5 и резултате добијене испитивањем хемијског састава чистог метала шава без сумње указују да се цевасте електроде са којима се добија метал шава легиран са: Cr, Mo, Mn и C (ознаке IHIS CE-1 R) и други металуршки квалитет цевасте електроде даје метал шава легиран са: W, Co, Mn, Cr, и C (ознаке IHIS CE-2 R) може успешно применити за наваривање машинских делова изложених различитим врстама абразије, у веома тешким експлоатационим условима.

Београд, 07.12.2015.

Директор
Драгиша Симић



Република Србија – АП Војводина
Универзитет у Новом Саду
Технички факултет «Михајло Пупин»
Зрењанин, Ђуре Ђаковића бб
www.tfzr.uns.ac.rs
Тел.023/550-515 факс: 023/550-520
ПИБ: 101161200



Дел.број: 03-6890/8

Дана: 16.12.2015.

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА
са 142. седнице Наставно-научног већа Техничког факултета «Михајло
Пупин» Зрењанин одржане 16.12.2015.године
Непотребно изостављено!

8.

Записници Катедри

8.3. Катедра за машинско инжењерство

8.3.1.

Након кратког образложења проф. др Павловић Милана, председника Наставно научног већа Факултета, и предлога Катедре за машинско инжењерство, гласањем, једногласно је донета

О Д Л У К А

ПРИХВАТА СЕ позитиван Извештај рецензената техничког решења: „Нови технолошки поступак израде цевасте електроде за тврдо наваривање“, аутора: др Никола Бајића, дипл.инж., др Дарко Вељић, дипл инж, др Марко Ракин, дипл.инж., др Михаило Мрдак, дипл. инж., др Јасмина Пекез, дипл инж. и др Зоран Карастојковић, дипл. инж.

Рецензенти:

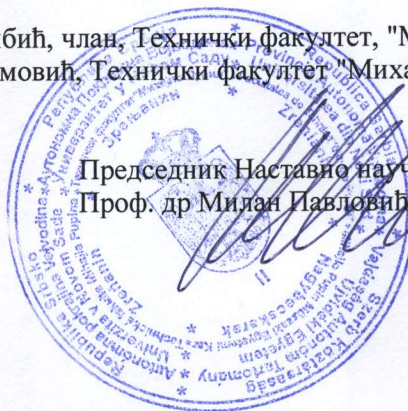
1. Проф. др Мирослав Ламбић, члан, Технички факултет, "М.Пупин", Зрењанин
2. Проф. др Живослав Адамовић, Технички факултет "Михајло Пупин", Зрењанин.

За тачност

Стојак Ленуца

Доставити:

1. Катедри
2. Архиви



Председник Наставно научног већа
Проф. др Милан Павловић

ПРОЈЕКАТ ТР 34016: РАЗВОЈ ТЕХНОЛИГИЈЕ ИЗРАДЕ ОБЛОГЕ И ЈЕЗГРА НА БАЗИ ДОМАЋИХ СИРОВИНА ЗА ПРОИЗВОДЊУ СПЕЦИЈАЛНИХ ОБЛОЖЕНИХ ЕЛЕКТРОДА НАМЕЊЕНИХ ЗА ЕЛЕКТРОЛУЧНО ЗАВАРИВАЊЕ ЧЕЛИКА

ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ

НОВИ ТЕХНОЛОШКИ ПОСТУПАК ИЗРАДЕ ЈЕЗГРА И ОБЛОГЕ РУТИЛНЕ И БАЗИЧНЕ ЕЛЕКТРОДЕ

Аутори решења:

др. Никола Бајић, дипл.инж., ИХИС Техно-експертс, д.о.о., Београд

др Марко Ракин, дипл.инж., Факултет за Технологију и Металургију, Универзитет у Београду, Карнегијева 4.

Др Михаило Мрдак, дипл.инж., Истраживачко развојни центар, ИМТЕЛ комуникације а.д Београд.

Др. др Слободан Стојадиновић, дипл инж., Технички факултет „Михајл Пупин“ у Зрењанину

др Дарко Вељић, дипл.инж. ИХИС Техно-експертс, д.о.о., Београд

Мр Јасмина Пекез, дипл.инж., Технички факултет „Михајло Пупин“ у Зрењанину.

Београд, 29.12. 2014.

Предложено Техничко решење је обрађено на укупно 9 страна укључујући насловне стране и пратећи Прилог са следећим садржајем:

1. ОПШТИ ДЕО
2. ДЕТАЉНИ ОПИС ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

1. ОПШТИ ДЕО

1.1 Аутори решења/Установа:

Аутори решења:

др. Никола Бајић, дипл.инж. , ИХИС Техно-експертс, д.о.о., Београд

др Марко Ракин, дипл.инж., Факултет за Технологију и Металургиу, Универзитет у Београду, Карнегијева 4.

Др Михаило Мрдак, дипл.инж., Истраживачко развојни центар, ИМТЕЛ комуникације а.д Београд.

др Дарко Вељић, дипл.инж. ИХИС Техно-експертс, д.о.о., Београд

Мр Јасмина Пекез, дипл.инж., Технички факултет „Михајло Пупин“ Зрењанин.

1.2 Назив и евиденциони број пројекта са бројем активности, у коме је остварен резултат из категорије М83:

Пројекат ТР 34016:

„РАЗВОЈ ТЕХНОЛИГИЈЕ ИЗРАДЕ ОБЛОГЕ И ЈЕЗГРА НА БАЗИ ДОМАЋИХ СИРОВИНА ЗА ПРОИЗВОДЊУ СПЕЦИЈАЛНИХ ОБЛОЖЕНИХ ЕЛЕКТРОДА НАМЕЊЕНИХ ЗА ЕЛЕКТРОЛУЧНО ЗАВАРИВАЊЕ ЧЕЛИКА“

1.3 Назив техничког решења:

„НОВИ ТЕХНОЛОШКИ ПОСТУПАК ИЗРАДЕ ЈЕЗГРА И ОБЛОГЕ РУТИЛНЕ И БАЗИЧНЕ ЕЛЕКТРОДЕ“

1.4 Област на коју се техничко решење односи:

Техничко решење припада области: материјали и хемијске технологије.

1.4.1 Техничко решење рађено за потребе наручиоца:

Техничко решење рађено је у оквиру пројекта технолошког развоја: **ТР34016** Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

1.4.2 Техничко решење користи:

Истраживачко Развојни Центар, ИХИС Техно експертс д.о.о, Београд

1.5 Проблем који се техничким решењем решава:

Заваривање ручним електролучним поступком уз примену обложене електроде заузима водеће место у односу на остале поступке електролучног заваривања. Обложена електрода се састоји од металног језгра на коју је одговарајућом технолошким поступком нанесена облога. Облога се састоји од млевених прашкастих материјала и према саставу се деле на више типова, а предмет техничког решења су електроде са облогом рутилног и базичног типа.

Улога облоге у процесу електролучног заваривања је вишеструка. Једна од основних функција облоге је заштита заваривачке купке и метала шава од утицаја атмосферских гасова. Такође, у облогу се уводе одређени састојци који образују: шљаку, гасове, топљивост, легирање метал шава и стабилизацију електричног лука.

Основни захтеви за све врсте електрода су да:

- Обезбеде стабилно горење лука¹, мирно и равномерно топљење металног језгра и облоге у процесу заваривања;
- Добро формирање метала шава и равномерно разливање шљаке по површини која се након хлађења лако одваја са површине метала шава;
- Добијање метала шава уједначеног хемијског састава и особина без дефеката;
- Минимални губитак електродног материјала на одгору и прскању;
- Висока производност процеса заваривања;
- Задржавање физичко хемијских и заваривачко-технолошких својстава електроде током дуготрајног складиштења;

Од облоге електроде се захтева да обезбеди и специјалне захтеве:

- Добијање пројектованог облика шава (дубоки провар, благи прелаз метала шава, могућност извођења процеса у свим просторним положајима);
- Могућност управљања процесом заваривања одабраним начином;
- Добијање метала шава специјалних својстава (повишене чврстоће, пластичности, корозиона постојаност, ватросталност).

Загревање и топљење облоге електроде тече са стране њеног унутрашњег слоја што доводи до образовања левка на крају електроде која се топи. Одвајајући се од врха електроде, истопљене капи течног метала пролазећи кроз електрични лук, покривене танким слојем шљаке, која тече са врха електроде образују на површини метала шава заштитни слој.

Истраживачко развојни рад обухвата пројектовање хемијског састав облоге рутилне и базичне и хемијског састава челичног језгра облика пуне и пуњене жице. За пројектовани хемијски састав рутилне и базичне електроде потребно је решити технолошки поступк и дефинисати технолошке операције. У том правцу је урађен избор

¹ Дефиниција:

Заваривање – процес израде нераздвојивог споја успостављањем међуатомских веза између делова који се заварују, при чему се појединачно или комбиновано користи топлотна или механичка енергија, и по потреби додатни материјал.

Заварени спој – конструктивна целина коју чине основни метал и метал шава

Основни материјал – материјал који се заварује

Додатни материјал (метал) – материјал који се додаје у процесу заваривања

Зона утицаја топлоте – део основног метала, који је под утицајем загревања и хлађења претрпео структурне промене

Метална купка – растопљени додатни и основни материјал

Шав (метал шава) – очврсла метална купка

Завар – део шава настао у једном пролазу или слоју

Жлеб – припремљени простор за образовање шава

Технологија заваривања – скуп операција потребних да би се направио заварени спој

Техника заваривања – начини извођења појединих операција током заварив

одговарајуће технолошке опреме и специјалног алата за израду рутилне и базичне обложене електроде. Извршена је припрема компоненти за израду облоге и језгра од пуне и пуњене жице као и потребног алата за експерименталну израду обложених електрода рутилног и базичног типа.

1.6 Стање технике

Производња обложених електрода у Србији не постоји али је примена веома изражена у свим гранама индустрије. У земљама из окружења постоје фабрике и то: Електрода Загреб, Железарна Јасенице, ФЕП Плужине, УТП Мостар, ЕЛВАКО Бијељина.

Међутим, у Србији је било извесних покушаја на развоју и производни додатних материјала за заваривање (Техноисток у Неготину „YUWELD“ из Београда) али су на крају одустали од производње и прешли на продају увозних додатних материјала.

Нови технолошки поступак обухвата израду класичних обложених електрода рутилног и базичног типа са језгром од пуне жице и израду специјалних обложених електрода са језгром од пуњене жице која је резултат новог технолошког поступка израде.

Производња и примена специјалних обложених електрода за заваривање је новијег датума и углавном обухватају само одређену област примене за тврдо наваривање високолегираних челика. Познати Европски произвођач је фирма FP Soudage (FSH WELDING GROUP) из Француске која пуњену жицу не облаже на преси већ облогу наноси путем премаза.

У циљу развоја домаће технологије за производњу додатних материјала у ИХИС Истраживачко развојном центру Земун је развијено ново експериментално постројење за израду пуњене жице нове генерације као и експериментална линија за израду обложене електроде са пратећом опремом за припрему прахова и сушење електрода.

2. ДЕТАЉАН ОПИС ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Суштина техничког решења је нови технолошки поступак за израду облоге која је намењена за облагање језгра израђеног из пуне и пуњене жице. Технологија израде облоге је заснована на бази максималне примене домаћих сировина. Нови технолошки поступак је специфичан по томе што се уводи у језгро електроде нови производ а то је пуњена жица и то тако да се пројектује технологија и рецептура облоге за два квалитета језгра и два типа облоге (рутилни и базични).

Електроде рутилног и базичног типа са језгром од пуњене шипке су посебно значајне због тога што проширују технолошке могућности примене ручног електролучног поступка заваривања (Е–поступак) као и флексибилну производњу различитих састава легираних и високолегираних електрода.

Техничко решење је остварено кроз дефинисање новог технолошког поступка за израду облоге рутилне и базичне електроде са језгром од пуне и пуњене жице. Технолошки поступак се састоји из основних технолошких:

- Технолошко решење израде пуњене жице из уске челичне траке неопходних механичких особина;
- Извлачење пуњене жице на жељени пречник;
- Исправљање и сечења пуњене жице у шипке дужине 250 и 350 мм;

- Израда рецептуре за језгро од пуњене жице и за облогу рутилног и базичног типа;
- Освајање технолошке операције облагања електрода.

2.1. Опис технолошког поступка

Нови технолошки поступак се састоји из две целине. Прва технолошка целина је израда пуњене жице нове генерације са дебелим челичним омотачем у односу на класичне који повећава технолошке могућности за израду језгра електроде. Друга технолошка целина обухвата операције израде обложене електроде рутилног и базичног типа са језгром од пуне и пуњене жице.

Технолошки поступак се састоји из следећих операција:

- Израда пуњене жице;
- Равнање и сечење шипки од пуне и пуњене жице за израду језгра електроде;
- Компоновање и припрема облоге рутилног и базичног типа по урађеној рецептури за језгро од пуне и пуњене жице;
- Облагање електрода на континуалној линији за облагање;
- Сушење и затим означавање електрода.
- Пробно заваривање ручним електролучним поступком и
- Испитивање хемијског састава метала шава изведеног са 4 квалитета обложених електрода.

2.1.1. Израда и припрема језгра електроде од пуне и пуњене жице

Формирање пуњене жице намењене за израду језгра рутилне и базичне електроде се састоји из следећих фаза:

- Израда пуњене жице пречника 4,0 мм на линији за калибрацију и пуњење;
- Извлачење пуњене жице пречника 4,0 мм на пречник 3,25 мм
- Равнање и сечење пуњене жице у шипке дужине 350 мм;

Пројектована и израђена Технолошка опрема у Истраживачко развојном центру IHIS Techno experts d.o.o Beograd омогућава израде пуњене жице. Изглед добијених шипки из пуњене жице се види на слици 1.



Слика 1. Изглед шипки пречник 3,25 мм и дужине 350мм добијене после равнања и сечења пуњене (а) и пуне жице (б)

2.1.2. *Израда обложене електроде рутилног и базичног типа*

Нови технолошки поступак израде обложених електрода рутилног и базичног типа са језгром од пуне и пуњене жице се састоји из следећих технолошких операција:

- Компоновање и припрема облоге по рецептури
- Мешање компоненти са везивом
- Контрола пластичности формиране мешавине за облагање електроде
- Облагање електрода на преси за облагање
- Сушење обложених електрода
- Означавање електрода и паковање

Облагање припремљених шипки (равнање и одсецање на дужину 350мм) од пуне и пуњене жице се изводи на експерименталној линији.

Према урађеној рецептури за рутилну и базичну облогу извесено је вагање компоненти праха, а затим мешање у гњетилици уз додавање пластификатора и везива (водено стакло), слика 2а.

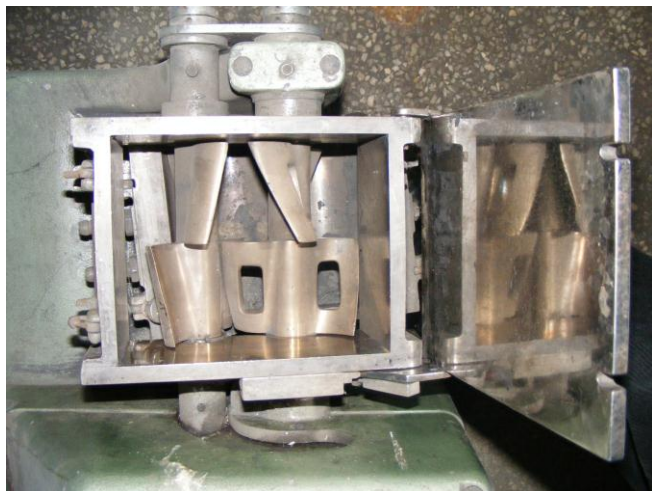
Након мешања и постепеног додавања воденог стакла изводи се проба пластичности облоге у одговарајућем алату. Све док се не постигне оптимална пластичност мешавине додаје се одговарајућа количина воденог стакла.

Облога повољне пластичности се даље помоћу брикет пресе обликује у шупљи ваљак облика према фотографији слика 2б.

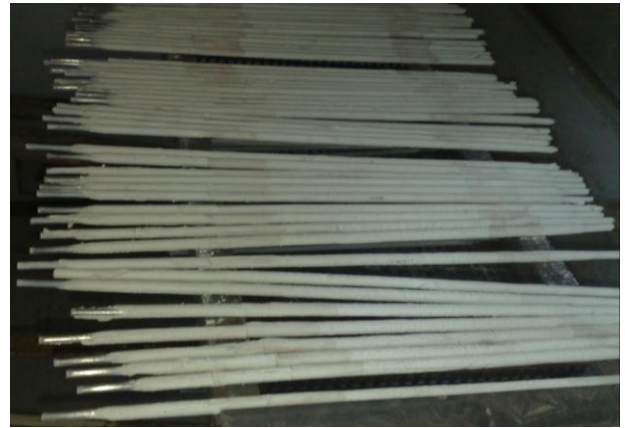
Добијени брикети облика ваљка се убацују у алат (са матрицама за формирање облоге) пресе за облагање. На улазном делу линије се налази дозатор-шанжер за шипке из којег шипке у континуитету пролазе кроз пресу у којој се наноси облога помоћу одговарајућег алата. Изглед гарнитуре алата-матрица за формирање облоге одговарајуће дебљине и прчника се види на слици. 3

На експерименталној линији се у континуитету изводи облагање електрода, обрада крајева и добија се обложена електрода са језгром од пуне и пуњене жице, слика 4а,б.

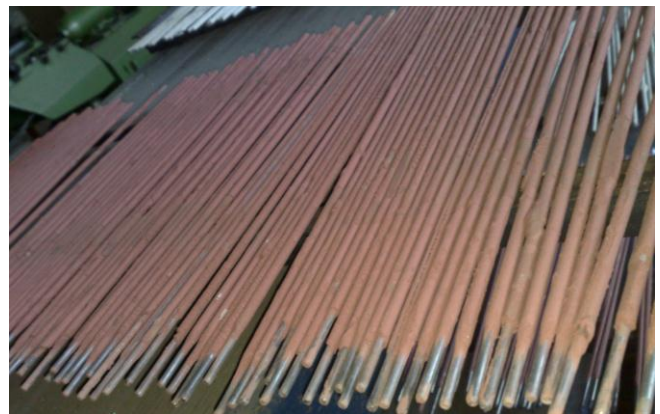
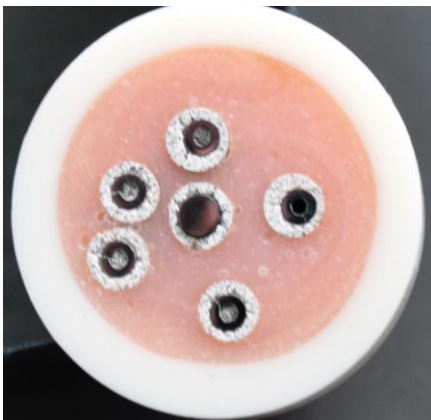
После облагања електроде се суше у циљу смањења влаге у сушари постепено веома споро до 60 °C са лаганим повећањем од 80-90 °C а затим већим повећање брзине изнад 100°C на температури за рутилне електроде од 190 °C и базичне 470 °C .



Слика 2. Мешање компоненти са везивом (а) и израда брикета(б) за облагање електроде



Слика 3. Изглед гарнитуре алата-матрица за формирање облоге одговарајуће дебљине и прчника



Слика 4 (а,б). Макро пресек обложене електроде са језгром од пуне и пуњене шипке

3. Испитивање заваривачких особина електрода

3.1 Наваривање челичних узорка рутилном и базичном електродом са језгром од пуне и пуњене жице

Експериментално заваривање рутилном и базичном електродом са језгром од пуне и пуњене жице је изведено ручним електролучним поступком (Е-поступак), табела 1.

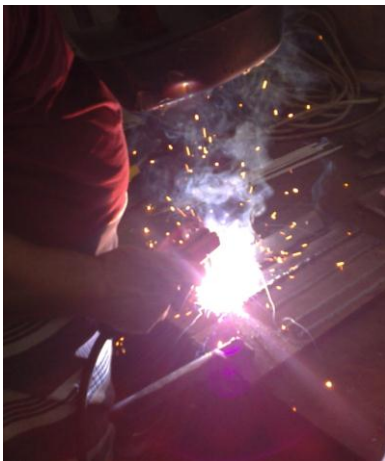
Табела 1 Пробно наваривање са електродом рутилног и базичног типа са језгром од пуне и пуњене жице

| Ознака узорка Бр | Тип електроде | Пречник и облик Језгра електроде, мм | Параметри заваривања | |
|------------------|---------------|--------------------------------------|----------------------|-------|
| | | | U (V) | I (A) |
| 1.1 | БАЗИЧНА | 3,25 (пуна жица) | 21 | 110 |
| 1.2 | БАЗИЧНА | 3,25 (пуњена жица) | 21 | 110 |
| 2.1 | РУТИЛНА | 3,25 (пуна жица) | 22 | 120 |
| 2.2 | РУТИЛНА | 3,25 (пуњена жица) | 22 | 120 |

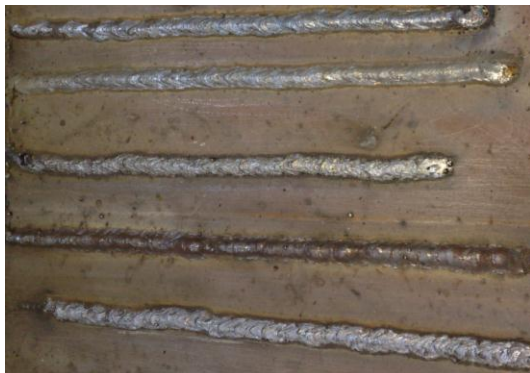
У току извођења заваривања визуелном контролом је уочено да:

- електрични лук се лако успоставља и стабилно гори код рутилне и базичне електроде;
- облога се топи равномерно;
- не уочава се велико распрскавање материјала;
- уочава се равномерно разливање електродног материјала;
- уочава се равномерно разливање шљаке и код рутилне облоге добро одвајање шљаке након хлађења посебно код наваривања у хоризонталном полжају.

Електролучно заваривање новом базичном електродом се види на слици 5



Слика 5 Пробно експерименталне заваривање Е-поступком са рутилном и базичном електродом



Слика 6 (а,б) Изглед навара добијеног Е-поступком са рутилном и базичном електродом

2.3.1. Испитивање хемијског састава метала шава

За испитивање хемијског састава чистог метала шава припремљени су узорци наварени у више пролаза са рутилном и базичном електродом и језгром од пуне и пуњене жице, табела 1.

Резултати хемијске анализе чистог метала шава изведени са 4 квалтета нових обложених електрода су испитани спектрохемијском анализом на АРЛ у КОНТРОЛ ИНСПЕКТ д.о.о Београд.

Слика 9. Наварени узорци са више пролаза намењени за испитивање хемијског састава шава

табела 2. Хемијског састава чистог метала шава

| Ознака узорка бр | %C | %Si | %Mn | %Cu | %Al | %Cr | %Mo | %Ni | %V | %Ti | %Nb |
|------------------|-------|-------|-------------|-------|--------|-------|---------|--------------|----------|---------|---------|
| 1.1 | 0.027 | 0.012 | 0.21 | 0.059 | <0.003 | 0.018 | 0.003 | 0.015 | <<0.0003 | <0.003 | <0.003 |
| | 0.027 | 0.033 | 0.30 | 0.057 | <0.003 | 0.023 | 0.004 | 0.015 | <0.003 | <0.0003 | <0.003 |
| | 0.026 | 0.012 | 0.22 | 0.049 | <0.003 | 0.017 | <0.0003 | 0.013 | <0.003 | <0.003 | <0.003 |
| 1.2 | 0.007 | 0.109 | 0.62 | 0.064 | <0.003 | 0.022 | 0.239 | 1.892 | <0.003 | <0.003 | <0.003 |
| | 0.025 | 0.104 | 0.68 | 0.074 | <0.003 | 0.024 | 0.236 | 1.846 | <0.003 | <0.003 | <0.003 |
| | 0.012 | 0.121 | 0.74 | 0.063 | <0.003 | 0.024 | 0.248 | 1.865 | <0.003 | <0.003 | <0.003 |
| 2.1 | 0.023 | 0.236 | 0.35 | 0.030 | <0.003 | 0.012 | <0.003 | 0.006 | <0.003 | <0.003 | <0.003 |
| | 0.015 | 0.233 | 0.35 | 0.019 | <0.003 | 0.011 | <0.003 | <0.003 | <0.003 | <0.003 | <0.003 |
| | 0.025 | 0.234 | 0.34 | 0.033 | <0.003 | 0.012 | <0.003 | 0.006 | <0.003 | <0.003 | <0.003 |
| 2.2 | 0.024 | 0.547 | 0.84 | 0.089 | <0.003 | 0.030 | 0.319 | 3.201 | 0.015 | 0.008 | <0.0032 |
| | 0.028 | 0.549 | 0.90 | 0.094 | <0.003 | 0.031 | 0.301 | 3.288 | 0.014 | 0.009 | <0.0033 |
| | 0.025 | 0.543 | 0.93 | 0.088 | <0.003 | 0.031 | 0.302 | 3.246 | 0.014 | 0.011 | <0.0034 |

Резултати испитивања хемијског састава чистог метала шава потврђују теоретске претпоставке могућности легирања метала шава помоћу језгра које је израђено од пуњене жице. Количина прахова која се налазе у пуњеној жици могу квалитетно да обезбеди веома широк и значајан ниво легирања метала шава.

Заваривачке особине рутилних електрода са језгром од пуњене жице, према првим резултатима испитивања, указују на већу оцену у односу на базичне електроде.

Развој нових типова електрода са језгром од пуњене жице показују перспективу и оправданост усмерења развојног рада у том правцу.