

Категорија: М83

Назив: Нови технолошки поступак израде језгра и облоге рутилне и базичне електроде

Аутори:

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

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: 2014



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



Дел.број: 03 – 6135/8
Дана: 18.12.2014

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА
са 115. седнице Наставно-научног већа Техничког факултета «Михајло
Пупин» Зрењанин одржане 18.12.2014. године

Непотребно изостављено!

8.

Извештаји Катедри

8.6. Катедра за машинско инжењерство

8.6.1.

Након кратке информације проф. др Милана Павловића, председника Наставно научног већа Факултета, и предлога Катедре за машинско инжењерство, гласањем, једногласно је донета

О Д Л У К А

ПРИХВАТА СЕ предлог да се за техничко решење: Нови технолошки поступак израде језгра и облоге рутилне и базичне електроде, аутора 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 Слободан Стојадиновић, дипл.инж., Технички факултет „Михајл Пупин“ у Зрењанину; др Дарко Вељић, дипл.инж. ИХИС Техно-експертс, д.о.о., Београд; др Јасмина Пекез, дипл.инж., Технички факултет „Михајло Пупин“ у Зрењанину. Техничко решење је урађено у оквиру пројекта ТР 34016 „Развој технологије израде облоге и језгра на бази домаћих сировина за производњу специјалних обложених електрода намењених за електролучно заваривање челика“ именују следећи рецензенти:

1. Проф др Мирослав Ламбић, редовни професор
2. Проф. др Живослав Адамовић, редовни професор.

За тачност
Стојак Ленуца

Stojak Lenuca

Доставити:

1. Именованима
2. Архиви

Председник Наставно научног већа
Проф. др Милан Павловић





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 – 6428/2
Дана: 30.12.2014

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА
са 116. седнице Наставно-научног већа Техничког факултета «Михајло
Пупин» Зрењанин одржане 30.12.2014. године

Непотребно изостављено!

2.

Извештаји Катедри

2.3. Катедра за машинско инжењерство

2.3.2.

Након кратке информације проф. др Милана Павловића, председника Наставно научног већа Факултета, и предлога Катедре за машинско инжењерство, гласањем, једногласно је донета

О Д Л У К А

ПРИХВАТА СЕ позитивно Мишљење рецензената техничког решења: Нови технолошки поступак израде језгра и облоге рутилне и базичне електроде, аутора 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 Слободан Стојадиновић, дипл.инж., Технички факултет „Михајло 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. Техничко решење је урађено у оквиру пројекта ТР 34016 „Развој технологије израде облоге и језгра на бази домаћих сировина за производњу специјалних обложених електрода намењених за електролучно заваривање челика“.

За тачност
Стојак Ленуца

Доставити:

1. Ауторима Техничког решења
2. Архиви

Председник Наставно научног већа
Проф. др Милан Павловић



ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ

Предмет: Мишљење рецезената-експерата

На основу захтева Др Николе Бајића, дипл.инж., др Марка Ракина, дипл.инж., мр Дарка Вељића, дипл.инж., Др Михаила Мрдак, дипл.инж. др Слободана Стојадиновића, дипл.инж., Мр.Јасмина Пекез, дипл.инж, аутора техничког решења под називом: „**Нови технолошки поступак израде језгра и облоге рутилне и базичне електроде**“ дајемо следеће

МИШЉЕЊЕ

На основу увида у техничку документацију о техничком решењу под називом „**НОВИ ТЕХНОЛОШКИ ПОСТУПАК ИЗРАДЕ ЈЕЗГРА И ОБЛОГЕ РУТИЛНЕ И БАЗИЧНЕ ЕЛЕКТРОДЕ**“ и сагледавања реализације неопходних активности које су биле усмерене на развој новог технолошког поступка израде облоге и језгра рутилне и базичне електроде може се констатовати да представља значајан допринос развоју додатних материјала. Такође, техничко решење има и додатни позитивни ефекат због одређења аутора да језгро електроде и облога буду на бази домаћих сировина и њихових особина.

Компаративном анализом новог техничког решења са сличним иностраним решењем, у области додатних материјала за заваривање, може се констатовати да је производња обложених електрода са језгром од пуњене жице новијег датума и углавном обухвата електроде намењене за тврдо наваривање (фирма FP Soudage из француске). Развој нових квалитета обложених електрода је теоретски и практично посматрано могуће само у два правца од којих један води на побољшање квалитета језгра електроде, а други у правцу измене састава и количине облоге, а тај приступ је у потпуности заступљен код новог технолошког поступка датог у техничком решењу.

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

- Решење технолошког поступка израде пуњене жице на бази челичне траке са металним плаштом повећане дебљине у односу на класичну пуњену жицу што омогућава квалитетно равнање и сечење у облик шипке која служи као језгро за израду обложене електроде;
- Решење технолошког поступка облагања пуњених шипки и производња обложених електрода рутилног и базичног типа у континуитету на преси за облагање.

Добијени резултати испитивања хемијског састава чистог метала шава изведеног са новим електродама рутилног и базичног типа са језгром од пуне и пуњене жице показују да технолошки поступак израде пуњене жице и облоге електроде омогућава флексибилан унос легирајућих елемената у метал шава.

Резултат новиог технолошкиог поступака израде језгра и облоге рутилне и базичне електроде даје нове производе који доприносе проширењу области примене ручног електролучног потупка заваривања.

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 резулата Министрарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Зрењанин, 29.12.2014.

Рецезенти:

1. Проф др Мирослав Ламбић, редовни професор,
научна област: Индустијско инжењерство,
Технички факултет „Михајл Пупин“ у Зрењанину
2. Проф др Живослав Адамовић, 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. 209/14
29.12.2014
NOVI BEOGRAD 900

"С.В.ЛИНЕ"

ПРЕДУЗЕЋЕ ЗА ОБРАДУ МЕТАЛА И ПРОИЗВОДЊУ ПРЕДМЕТА ОД МЕТАЛА И ДРВЕТА, ТРГОВИНУ И УСЛУГЕ С.В. ЛИНЕ ДОО, БЕОГРАД (НОВИ БЕОГРАД)

У својству партиципанта на пројекту технолошког развоја TP 34016 извели смо експериментално заваривање делова конструкције са новом рутилном и базичном електродом и на основу оцене оперативно заваривачких особина дајемо

ИЗЈАВУ

Производ облика обложене електроде рутилног и базичног типа са језгром од пуне жице показује особине на нивоу сличног производа од познатих произвођача. Међутим, електроде рутилног и базичног типа са језгром од пуњене жице представља за нас и наше завариваче интересантан производ како у начину заваривања тако и у погледу постизања жељеног квалитета метала навара.

У току извођења заваривања визуелном контролом процеса ручног електролучног заваривања са новом обложеном електродом пречника 3,25мм се уочава 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 положају.

На основу пробног заваривања са новом електродом која је добијена облагањем пуњене шипке и резултата компаративне анализе са класичним електродама може се констатовати да:

- нова обложена електрода са језгром од пуњене жице и облоге израђене на бази домаћих сировина представља нови искорак у области нових додатних материјала у Србији;
- примена нових обложених електрода имају перспективу за заваривање и наваривање легираних и високолегираних челика

Увидом у резултате испитивања хемијског састава чистог метала шава наварених узорака сматрамо да се електроде могу успешно применити за заваривање одговорних конструкција.

Београд, 29.12.2014.

Директор
Влада Крстић

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, 24.11. 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.

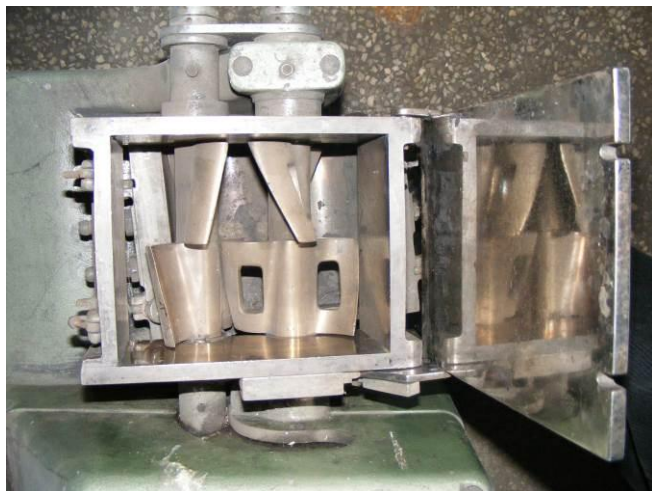
Након мешања и постепеног додавања воденог стакла изводи се проба пластичности облоге у одговарајућем алату. Све док се не постигне оптимална пластичност мешавине додаје се одговарајућа количина воденог стакла.

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

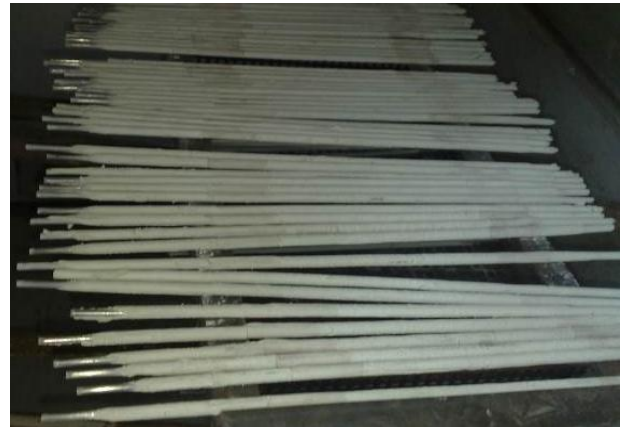
Добијени брикети облика ваљка се убацују у алат (са матрицама за формирање облоге) пресе за облагање. На улазном делу линије се налази дозатор-шанжер за шипке из којег шипке у континуитету пролазе кроз пресу у којој се наноси облога помоћу одговарајућег алата. Изглед гарнитуре алата-матрица за формирање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

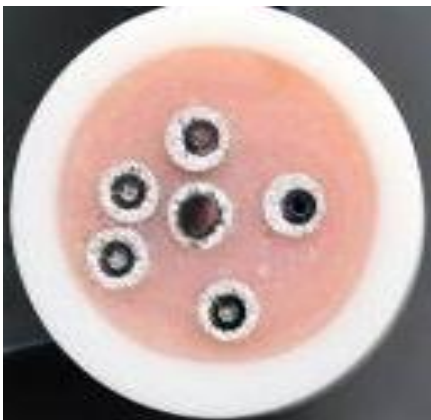
После облагања електроде се суше у циљу смањења влаге у сушари постепено веома споро до 60 °C са лаганим повећањем од 80-90 °C а затим већим повећање брзине изнад 100°C на температури за рутилне електроде од 190 °C и базичне 470 °C .



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 квалитета 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.