

SVIRINIMAS

ISSN 1648-2611

ŽURNALAS

APIE

SVIRINIMO

TECHNOLOGIJAS

IR

MEDŽIAGAS

Nr.1(6) 2004 m.

“ŠVIESOS STADIONUI”
LISABONOJE –
SVIRINIMO IR
PJOVIMO
TECHNOLOGINIAI
SPRENDIMAI

PAGRINDINIAI
FAKTORIAI,
ĮTAKOJANTYS
ALUMINIO SVIRINIMO
MIG BŪDU
KOKYBĘ

NERŪDIJANTYSIS
PLIENAS –
PRAEITIS, DABARTIS
IR ATEITIS

TANDEMINIS
MIG/MAG
SVIRINIMAS
NAUDODJANT
ESAB ĮRANGĄ

3

8

17

21



BUREAU VERITAS PASLAUGOS



BUREAU
VERITAS

UAB „Bureau Veritas Lit.“
Smolensko g. 6-308, Vilnius
Tel. 5 239 50 70
Faksas 5 239 51 55
vilnius@lt.bureauveritas.com
www.bureauveritas.com

PRAMONĖ

- CE ženklinimas – (Slėginės įrangos (PED), Sprogū atmosferų (ATEX), Įrengimų, Žemų įtampų, Pramoginių laivų, Žaislų, Liftų ir kt.),
- produktų atitikimo Europos standartams (EN standards) patvirtinimas,
- sertifikavimas pagal konkrečius kliento pageidaujamus standartus (CSC, UIC ir kt.),
- suvirintojų atestavimas pagal LST EN 287-1 standarto reikalavimus,
- šiltnamio dujų (CO_2) išmetimo į atmosferą apskaitos tvirtinimas,
- vėjo jėgainių sertifikavimas,
- rizikos ir funkcionalumo analizė (HAZOP, PMA, FMEA ir kt.).

LAIVININKYSTĖ

Laivybos srityje „Bureau Veritas“ yra pripažintas kokybės ir saugumo lyderis, atliekantis laivų klasifikavimą ir techninės būklės vertinimą. „Bureau Veritas“ privalumai: 120-ies valstybių vėliavos administracijų pripažinimas, narystė Tarptautinėje klasifikacinių bendrovių asociacijoje (IACS), techniniai sprendimai ir konsultacijos laivų savininkams (VeriStar), patyruisių ir aukštos kvalifikacijos specialistų paslaugos.

MOKYMAI

- Specialistų ruošimas ir tobulinimas:
 - kokybės vadybos sistema (ISO 9000),
 - aplinkosaugos vadybos sistema (ISO 14000),
 - darbų saugos vadybos sistema (OHSAS 18000),
 - informacijos apsaugos vadybos sistema (ISO 17799);
 - Trečios šalies auditorių ruošimas:
 - IRCA (Tarptautiniame sertifikuotų auditorių registre) – patvirtinti auditorių / audito vadovų kursai;
 - Techninės rizikos vertinimo metodai.
- Mokymai rengiami lietuvių, anglų ir rusų kalbomis.

KONSULTAVIMAS

„Bureau Veritas“ padeda organizacijoms didinti šių sričių efektyvumą: standartų parinkimas ir pritaikymas, rekomendacijos projektų diegimo metu, techninės rizikos valdymas. Mūsų tikslas – teikti pridėtinę vertę sprendimų priėmimo procese.

- CE ženklinimas,
- produktų atitikties įvertinimas (Product Conformity Assessment – PCA),
- suvirintojų ir suvirinimo procedūrų rengimas ir atestavimas,
- pavojingų objektų identifikavimas, rizikos analizė ir įvertinimas saugos požiūriu, techninės rizikos valdymas (RBI),
- civilinės aviacijos sauga.

TARPTAUTINĖ PREKYBA

- Krovinių kieko ir kokybės inspekcijos,
- konteinerių klasifikavimą ir būklės vertinimas,
- mėginių bakteriologinė ir cheminė analizė.

**SUVIRINTOJŲ
ATESTAVIMAS**
**PAGAL LST EN 287-1
STANDARTO
REIKALAVIMUS**

SERTIFIKAVIMAS

„Bureau Veritas“ padalinys BVQI (Bureau Veritas Quality International) teikia platus spektro vadybos sistemų sertifikavimo paslaugas.

- ISO 9000 – kokybės vadybos sistemos,
- ISO 14000 – aplinkos apsaugos vadybos sistemos,
- OHSAS 18000 – darbų saugos vadybos sistemos,
- RVASVT (HACCP) – maisto saugos vadybos sistemos,
- BS 7799 (ISO 17799) – informacijos apsaugos vadybos sistemos,
- ISO/TS 16949 – automobilių pramonės vadybos sistemos,
- SA 8000 – socialinės atsakomybės vadybos sistemos,
- PEFC, FSC – miško sertifikavimo sistemos,
- BRC (British Retail Consortium), IFS (International Food Standard) ,
- kitos.



BVQI Lietuva
Smolensko g. 6-308, Vilnius
Tel. 5 233 79 75
Faksas 5 239 51 55
sert@lt.bureauveritas.com
www.bvqi.lt

"ŠVIESOS STADIONUI" LISABONOJE – SUVIRINIMO IR PJOVIMO TECHNOLOGINIAI SPRENDIMAI

Ben Altemühl

"Svetsaren" žurnalo redaktorius

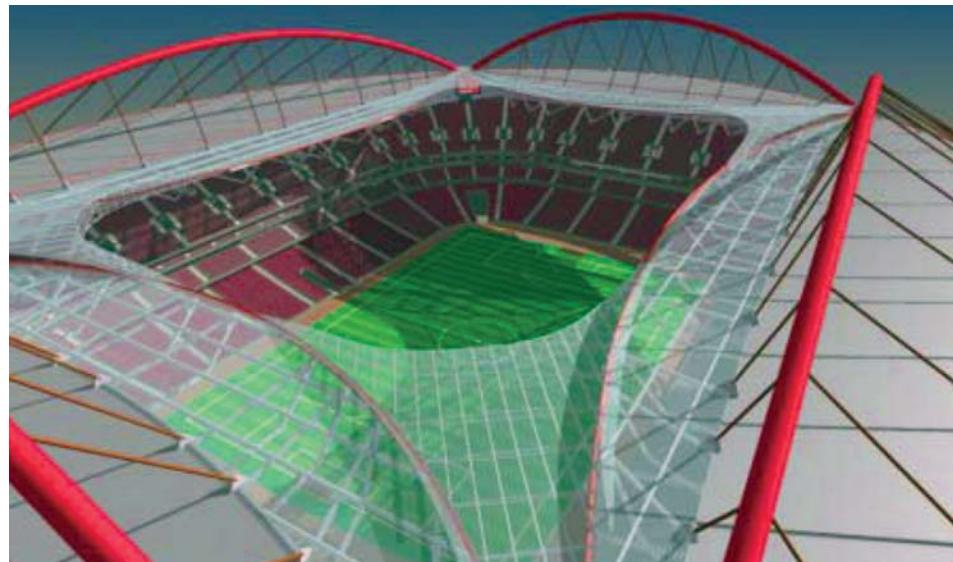
ESAB pasiūlė "Martifer" kompanijai suvirinimo ir piovimo technologinius sprendimus, statant naują "Benfica" futbolo stadioną 2004 m. Europos futbolo čempionatui Lisabonoje, Portugalijoje.

"Martifer" yra didžiausia Portugalijos metalinių konstrukcijų gamybos kompanija, daug prisdėjusi statant ir atnaujinant futbolo stadionus Europos futbolo čempionate Portugalijoje. "Benfica" "šviesos stadionas", be abejonių, yra tikras "Martifer" pasididžiavimas. ESAB pasiūlė "Martifer" kompanijai pilną ir labai efektyvų robotizuoto piovimo ir mechanizuoto 2 m skersmens ir 40 mm storio vamzdžių suvirinimo sprendimą.

2004 m. birželio 4 – liepos 12 dienomis Portugalijoje vyko Europos futbolo čempionatas, visam mėnesiui priklaustes pasaulinės sporto žiniasklaidos dėmei. Europos futbolo čempionatas yra vienas iš svarbiausių sporto įvykių taip pat kaip ir olimpinės žaidynės ir pasaulio futbolo čempionatas. Šiam įvykiui buvo pastatyti septyni nauji sporto stadionai, o dar trys buvo iš esmės atnaujinti. Preliminariais duomenimis, šis projektas kainavo apie 550 mln EUR, iš kurių 20% apmokėjo Portugalijos vyriausybę, o likusius – sporto klubai ir vietinė valdžia.

"Martifer", didžiausia Portugalijos metalinių konstrukcijų gamybos kompanija, atliko darbus keturiuose stadienuose: dviejuose Porto mieste ir dviejuose Lisabonoje. Juose yra iprasta matyti ESAB suvirinimo produktus, bet iš techninės pusės įdomiausia yra naujojo stadiono "Estadio da Luz" ("šviesos stadiono") konstrukcija ir technologiniai sprendimai. Naujasis šviesos stadionas iškilo šalia buvusio, dabar jau nugriauto "Benfica" stadiono Lisabonos šiaurės vakaruose. Keturios milžiniškos raudonos arkos, laikančios pakabinamą stogą, ryškiai išsiskiria Lisabonos kraštovaizdyje.

Norint pagaminti šias arkas, reikėjo netradicinio piovimo ir suvirinimo operacijų atlikimo sprendimo, t.y. ką galima pagaminti iš anksto ir kaip šias ar-



kas lauko sąlygomis surinkti. ESAB kompanijos atstovybė Portugalijoje dalyvavo konkurse ir laimėjo šio prestižinio projekto suvirinimo ir piovimo darbų sutartį. ESAB pasiūlyti sprendimai ne tik tenkino šiemis visuomeninės pa-skirties pastatams keliamus aukštos kokybės ir saugumo reikalavimus, bet sprendimą "Martifer" naudai lémė dar ir tai, kad "Martifer" galėjo užtikrinti aukštą darbų spartą, kas labai aktualu norint laikytis įtempto projekto grafi-ko.

Kaip vaivorykštė danguje

Žiūrovai, kuriems pasisekė stebeti finalą arba kitas varžybas "šviesos stadione", galėjo stebeti puikias apskritas arkas, panašias į raudoną vaivorykštę. Televizijos žiūrovams, be abejonių, taip pat buvo pasiūlyta apžiūrėti ne mažiau išpūdingą stadiono vaizdą prieš rungtinių pradžią. Tačiau akys gali mus ir apgauti. Arkos néra apskritos, jos yra daugialypės, susidedančios iš daugybės mažų vamzdžių segmentų, supjaustytų tam tikru nedideliu kampu ir po to suvirintų, taikant ESAB technologiją.

Vien tik įsivaizduojant, kaip "Martifer" suvirintojai ypatingai tiksliai atliko savo darbą kabėdami kabinose, slenkančiose išilgai suvirinamų arkų (1 pav.), darosi šiurpu.

Tačiau didžioji dauguma virinamų siūlių buvo suvirinta nedideliami aukštynje. Iš anksto buvo suformuotas 41 arkos segmentas. Kiekvienas segmentas buvo suvirintas iš šešių 4 m ilgio vamzdžių, kurių 1 m svoris yra 2t. Visus šiuos

segmentus reikėjo pagaminti per tris mėnesius. Tai labai trumpas laikas tokiems darbams atlikti!

Piovimas

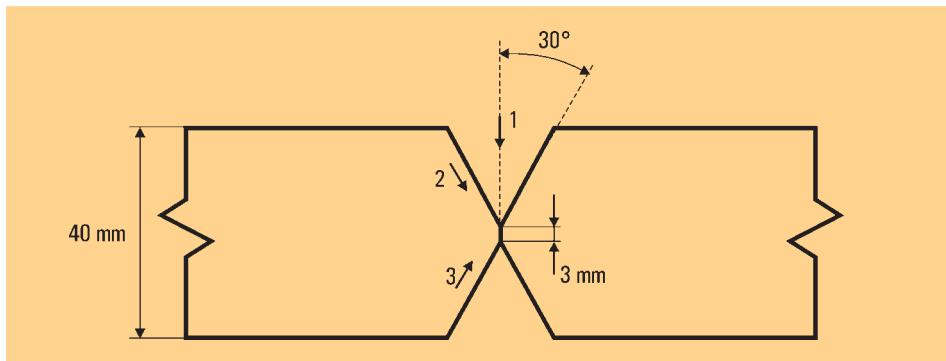
40 mm storio vamzdžiai buvo speciai-liai ruošiami, t.y. buvo atliktas simetriškas X formos briaunų nusklembimas, nuosklembos kampus 30° , o šaknies



1 pav. Dvi ESAB sukurtos suvirinimo kabinos, kylančios aukštyn.



2 pav. 2,24 m ilgio arkų sekcijos, prieš pakeliant į joms skirtą vietą.



3 pav. Simetrinė X formos jungtis ir briaunų paruošimas.

briaunėlė 3 mm. Tam reikėjo atlikti tris pjūvius, kaip parodyta 3 pav. Buvo pasirinkti du - dujinio ir plazminio pjovimo procesai.

Pagrindinis reikalavimas buvo didelis pjovimo greitis, nes stadiono statybos grafike gamybos laikui buvo skirta labai mažai laiko. Be to, buvo reikalavama vienodai aukšta nuosklembo pjovimo kokybė, lemianti efektyvų, mechanizuotą ir neturintį defektų suvirinimą, kuris buvo pasirinktas segmentų paruošimui ir surinkimui tiesiogiai statybos vietoje.

Plazminis pjovimas akivaizdžiai yra greičiausias procesas. Pjaunant plonas medžiagas jis gali būti net iki 10 kartų greitesnis už dujinį pjovimą, o pjovimo kokybė yra tokia pat gera. Tačiau plazminis pjovimas, priklausomai nuo medžiagos storio, gali būti brangesnis, lyginant su dujiniu pjovimu, todėl, ar atsipliks investicijos į plazminio pjovimo įrangą, priklauso nuo įrangos kainos, montavimo darbų sudėtingumo ir, žinoma, nuo pritaikymo srities.

Šiame projekte pirminis status pjūvis buvo daromas 40 mm sienelės storio vamzdyje, o po – to du pjūviai su atitinkamu nuosklembos kampu. Buvo paskaičiuota, kad pirminiam pjovimui plazminis pjovimas yra du kartus greitesnis už dujinį pjovimą (1 lentelė) ir tris kartus greitesnis pjaunant nuosklembas. Toks pat pjovimo ekonomišku-



4 pav. Plazminio pjovimo būdu atliktas X formos briaunų paruošimas. Lygus paviršius ir nedaug nuodegū.

- Maitinimo šaltinis yra iš anksto užprogramuojamas individualiais parametru nustatytais visiems trimis numatytiems pjūviams.

Kaip apsauginės dujos buvo naudojamas suspaustas oras, paleidimo dujos buvo N₂, o pjovimo dujos buvo O₂.

ESAB atstovybė Portugalijoje, padedama ESAB Cutting Systems, per 60 dienų parengė ir įgyvendino pilną pjovimo operacijų techninį sprendimą, įskaitant ir operatorių apmokymą. Vieinos jungties briaunų paruošimo laikas yra apie 30 minučių. 5 pav. pavaizduota, kaip nupjaunama nuosklemba.

Sekcijų surenkamasis suvirinimas

Vamzdžių sujungimui į 24 m ilgio sekcijas buvo naudojama "Martifer" kompanijoje esanti suvirinimo stotis, susidedanti iš suvirinimo kolonos ir SAW suvirinimo galvutės, tinkamos virinti siūles iš vamzdžio vidaus ir išorės. Tokia suvirinimo stotis dirbo pakankamai produktyviai ir atlaikė labai įtemptą darbų grafiką. Šių siūlių suvirinimui buvo reikalinga ypatinga fliuso ir viešos kombinacija, tam buvo naudojamos ESAB suvirinimo medžiagos: OK Flux 10.71 ir OK Autrod – plačiausiai naudojamos suvirinimo medžiagos tokio tipo vamzdžiams suvirinti (6 pav.). Dar viena pramonės šaka, kurioje išnaudojamos puikios OK 10.71 ir OK 12.21 savybes yra vėjo malūnų bokštų gamyba. Suvirinant stadiono arkas, visos siūlės buvo virinamos žemutinėje padėtyje, o



5 pav. Nuosklembos pjovimas.

mas buvo pasiektais atliekant briaunų paruošimą suvirinimui tiesiogiai statybos vietoje. Šias siūles galima suvirinti iš išorės, todėl kiekviena iš anksto paruošta sekcija turėjo būti su 35° V formos nuosklemba ir 2 mm šaknies briaunelėmis (tam reikalingi du pjūviai).

Plazminio pjovimo būdu nupjautos nuosklembos kokybė yra tokia pat gerai, kaip ir po dujinio pjovimo, be to plazminiu būdu nupjautos nuosklembos paviršius yra lygesnis. Dar vienas šio pjovimo būdo privalumas – ant briaunų yra mažiau nuodegų (išlydytu ir sukietėjusių oksidų). (4 pav.).

Trečias plazminio pjovimo privalumas – nereikia išankstinio metalo pakaitinimo, todėl, lyginant su dujiniu pjovimu, suraupoma laiko ir dujų kainos sąskaita. Pasirinkus plazminį pjovimą, galima buvo laiku atlikti darbus laikantis labai įtempsto statybų grafiko. Visa tai pateisina didesnes investicijas į įrangą.

Robotizuoto pjovimo metodo pasirinkimui pritarė ir ESAB, ir "Martifer". Tokią pjovimo sistemą sudarė PT 600 XLS plazminė galvutė ir ESP 400C plazminis maitinimo šaltinis su programavimo bloku, pagamintu ESAB Cutting Systems, JAV. Ji tvirtinama ant pramoninio šešių ašių roboto. Specialius įrenginio pozicijerius pagamino PEMA.

Įrenginio darbui naudojami du skirtingi informacijos lygiai:

- Robotas atlieka 3-matių degiklio judesį. Prieš pirmą pjūvį jis nuskaito konkretaus vamzdžio galo geometriją ir patikslina nustatymus.

Pjovimo būdas	Storis (mm)	Pjovimo greitis (mm/min)	Deguoninio ir plazminio pjovimo kaštų skirtumas (1 m pjūvio ilgiui)	1 kg kaštai
Dujinis pjovimas	40	420	± 3,87	± 0,56
Plazminis pjovimas	40	940		± 0,56

1 lentelė. Kaštų palyginimas pjaunant deguonimi ir plazma 40 mm storio vamzdžių. Plazminis pjovimas yra greitesnis ir pigesnis. Buvo svarstomos variantas naujoti dujinį pjovimą su daugiausiai degikliu, bet dėl apvalių konstrukcijos profilių buvo sunku tai pritaikyti.



6 pav. SAW suvirinimas su OK Flux 10.71 ir OK Autrod 12.22. Vidinė siūlė.

vamzdžius suko savaiminio išsilyginimo 70 TAW Pema pozicionieriai. 7 pav. parodytas suvirinamos sekcijos jungties brėžinys ir siūlės užpildymo seka atliekant suvirinimą gamykloje.

Surinkimas statybos aikštéléje

Mechanizuotas suvirinimas su milteline viela buvo pasirinktas kaip tinkamiausias ir produktyviausias būdas "Benfica" stadione sujungti iš anksto suvirintas sekcijas. Buvo naudojama ESAB suvirinimo įranga, be to ESAB specialistai padėjo "Martifer" kompanijai sukurti dvi suvirinimo kabinas. Kiekvienoje kabinoje buvo tokia mechanizuoto suvirinimo įranga:

- ESAB Railtrac FW 1000. Du traktoriai, judantys bėgiu, pritvirtintu prie vamzdžio. Traktoriai slenka vamzdžio pakraščiu nuo vamzdžio apačios i viršu, kaip pagal, taip ir prieš laikrodžio rodyklę.

- 2 ESAB LAW 520 W intensyviam naudojimui skirti maitinimo šaltiniai su vandens aušinimo įrenginiu.

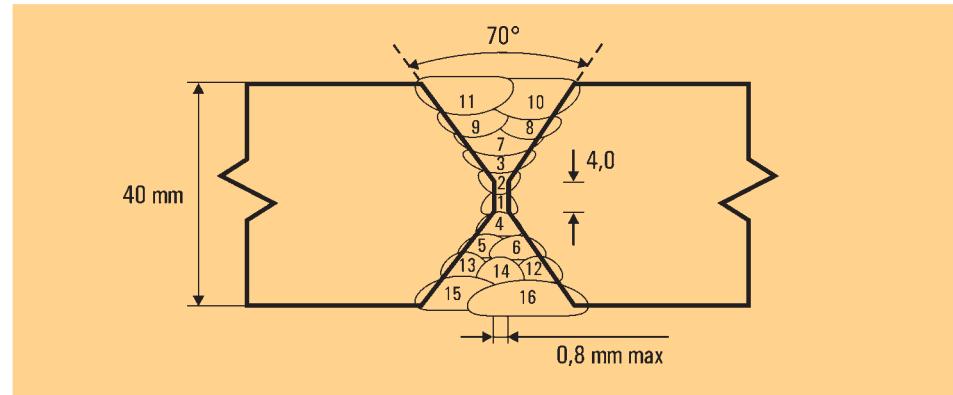
- 2 MEK 4S vielos padavimo mechanizmai.

- 2 vandeniu aušinami PSF 410W suvirinimo degikliai.

LAW 520 maitinimo šaltiniai yra tiristoriniu valdymu, kas užtikrina labai gerą suvirinimą su milteline viela. Suvirinimo parametrai yra reguliuojami bėpakopiu būdu, todėl nustatomi labai tiksliai.

FILCAR PZ6113 yra suvirinimo viela su rutilo užpildu, skirta virinti visose padėtyse. Buvo pasirinkta 1,2 mm skersmens viela, tinkanti mechanizuotam suvirinimui. Taip pat buvo naudojami baziniai elektrodai OK 48.00, tinkantys rankiniam šaknies užvirinimui.

PZ6113 turi puikias charakteristikas suvirinant visose padėtyse, virinant nuo vamzdžio apačios iki viršutinio taško laikrodžio rodyklės kryptimi. Greitai sustingstantis šlakas gerai apsaugo suvirinimui.



7 pav. Jungties eskizas ir siūlės užpildymo seka atliekant suvirinimą gamykloje.



8 pav. Suvirinimas su milteline viela FILARC PZ6113 ir Railtrac FW 1000.

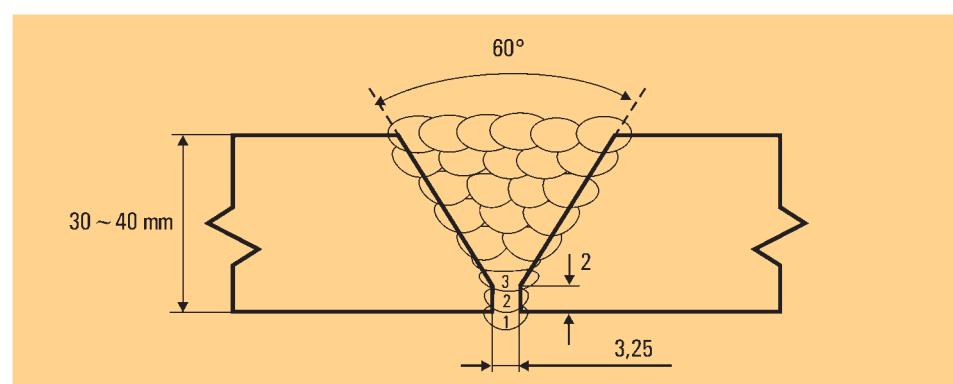
nimo vonią, o stabilus lankas su smiklašiu pernešimu pagerina suvirinimo kokybę. Šlakas yra lengvai pašalinamas, ir tam užtenka laiko, kol traktorius grįžta atgal į pradinę poziciją. Dėka šių priežascių yra išlaikomas didelis našumas ir darbo ciklas. Suvirinama Ar/20%CO₂ duju mišinio aplinkoje.

Visoms siūlėms suvirinti buvo pasirinktas vienas suvirinimo režimas (190A/24V). Tai optimalus parametras nustatymas pačiai nepatogiausiai suvirinimo lanko padėčiai, esančiai tarpinėje padėtyje (atitinka 4 ir 5 val. pagal laikrodžio ciferblataj). Suvirinimo greitis kinta priklausomai nuo siūlės užpildymo: nuo 31cm/min tarpiniams sluoksniams iki 17 cm/min paviršiniams sluoksniams. Elektrodų švitavimų plo-

tis žymiai padidėja iki maksimalaus 20–25 mm pločio. Tai patogu suvirintojams. Jiems nereikia suvirinimo metu reguliuoti parametrus, todėl neatsiranda šioje situacijoje būdingi suvirinimo defektai. 9 pav. pavaizduota daugiasluoksnė jungtis ir suvirinimo sluoksnį bei rumbeių išsidėstymas.

Prieš pradedant statybos vietoje naujoti šią suvirinimo įrangą ir taikyti aprašytas suvirinimo procedūras, jos buvo išbandytos ir patvirtintos, bandant ant analogiško tokio pat dydžio makeito. Nepaisant to, sąlygos stadione 90 m aukštyje gerokai skiriasi nuo tų, kurios yra patogioje dirbtuvėje. ESAB specialistai sugaišo daug laiko, kad atiderintų pirmųjų gamybinių siūlių suvirinimo režimo parametrus. Arkos elementus jungiančių žiedinių siūlių erdinės padėties keitimas kėlė ypatingą problemą, nes keitėsi suvirinimo vonios sunkio jėga. Buvo priimtas sprendimas problematiškose vietose taikyti įvairių elektrodų švitavimą.

Kad būtų pilnai užbaigtos keturios arkos, reikėjo suvirinti 40 siūlių, kurių vienos suvirinimas užtruko 1,5 – 2 dienas, išskaitant 6 val. vykusį išanksčtinį pakaitinimą iki 150°. Dviejose kabinose buvo dirbama visą parą. Buvo atliktas šimtaprocentinis visų siūlų patikrinimas: gamykloje suvirinus sekcijas, jų siūlės buvo šviečiamos rentgeno spinduliais, o surenkant statybos aikštéléje, buvo taikoma ultragarsinė kontrolė.



9 pav. Jungties eskizas ir siūlės užpildymo seka atliekant surenkamajį suvirinimą.

„SAIPEM“ MĖLYNOSIOS SROVĖS PROJEKTAS: DRĀSUS INŽINERIJOS KŪRINYS GERINA REKORDUS

Ferruccio Mariani ir Francesco Vago
ESAB Italija

Daugelyje inžinerinės minties pasireiškimo atvejų žmogiškasis genijus atveda technologijas į naują pažangos lygi. Klasikinis to pavyzdys yra „Mėlynosios srovės“ vamzdynas, simboliškai jungiantis Rusiją ir Turkiją 2 km gylio jūra. Ši projektą īgyvendino „Saipem“, panaudodama naujas suvirinimo technologijas, sukurtas bendradarbiaujant su ESAB.

Įžanga

Kasdien yra pasiekiami vis nauji rekordai. Jų ypač daugėja inžinerijos srityse, nors placiųjai žmonių auditorijai dažnai tie laimėjimai lieka nežinomi. Žiniasklaida paprastai išreklamuoja ilgiausią tiltą, ilgiausią dangoraižį ar greičiausią traukinį. Tačiau kai kurie ne mažiau drāsūs projektai, pareikalavę tiek pat ar net daugiau technologinių naujovių, specialistų pastangų ir kurybiškumo, paslieka nepastebėti paprasčiausiai dėl to, kad žmonėms neatrodo patrauklūs.

„Mėlynosios srovės“ projektas yra kaip tik toks. Jis praeina po Juodają jūrą, pasiekdamas absolutaus gylio rekorą – 2-jų kilometrų ir 200 m! Sudėtingų problemų, kurias reikėjo spręsti tiesiant



„Saipem 2000“ barža

ši dujotiekį, jungiantį Rusijos ir Turkijos dujų pramonės infrastruktūras, kiekis buvo milžiniškas. Pvz., kaip 2 km gylyje nuleisti vamzdyną nuo baržos ant jūros dugno? Kaip tokiam gilyje iškasti tranšeją ir kaip padaryti, kad vamzdžiai nusileitų į tranšeją? Turint tai minty, tinkamus MAG suvirinimo procedūrų specialiam „laivo“ suvirinimo aparatu sukūrimas, kurias „Saipem“ kompanijai specialiai atliko ESAB, buvo turbūt lengviausia projekto dalis!

„Saipem“

„Saipem“ yra statybos kompanija, priklausanti „Eni“ grupei, įkurtai 1969 m. Tai didelė tarptautinė įmonė, dirbanti naftos pramonei ir atitinkanti ISO 9001 standartą. Ji dirba visuose penkiuose kontinentuose ir užsiima naftos ir dujų gręžinių eksploatacija, naftos

produktų ir dujų gamyba bei transpor tavimu tiek ant kranto, tiek platformose. Kompanijos nuosavybėje yra keletas technologiskai pažangiausių laivų, o taip pat labai aukštos kvalifikacijos darbo jėga, todėl ji gali drąsiai priimti naftos rinkos rimčiausius iššūkius (didelis gylis, ekstremali aplinka). Viena iš sričių, kurioje „Saipem“ pranoksta kitas panašias kompanijas yra naftos ir dujų vamzdynų tiesimas po vandeniu dideliame gylyje, dažnai sujungiant skirtingų šalių sistemas.

Suvirinimas „Saipem“ kompanijai yra esminė technologija. Kompanija palaiko ilgalaikius ryšius su ESAB kaip su partneriu suvirinimo srityje. Toks bendradarbiavimas davė puikius rezultatus daugelyje didžiųjų inžinerinių projektų.

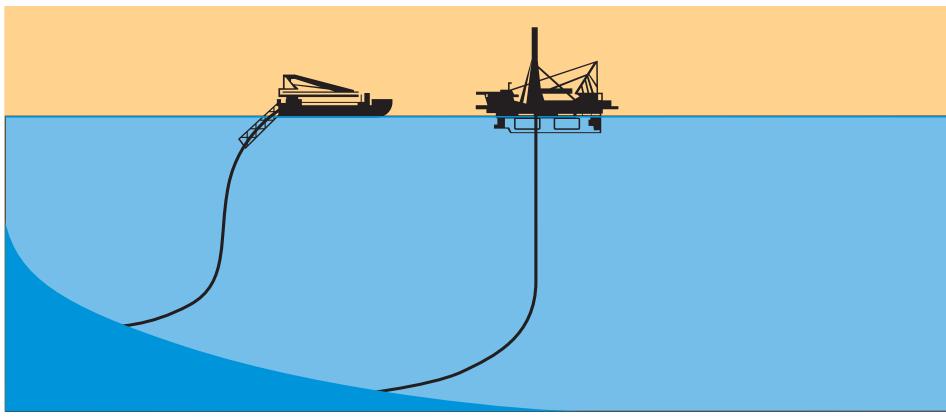
„Mėlynoji srovė“

„Mėlynosios srovės“ vamzdyno projektas prasideda nuo Dzhubga Rusijos pakrantėje ir tėsiasi per Juodąjį jūrą iki Samsuno Turkijos pakrantėje toliau ir iki Ankaro (1 pav.). Šio naujo dujotiekio tikslas – padidinti metano dujų tiekimą Turkijos pramonei ir būtiniam naudojimui. Specialiai šiam projektui GAZPROM ir SNAM sukūrė bendrą įmonę, kurioje po 50% akcijų priklauso kiekvienai pusei ir pavadinta „Blue Stream Pipeline Company“ (BSPC). Projekto rangove buvo pasirinkta „Saipem“.

Sudėtingiausia šiame projekte buvo nutiesti 385 km ilgio dvigubą vamzdyną po jūrą. „Saipem“ projektui vykdysti nau dojo dvi baržas: „Castoro Otto“, skirtą dirbtį negiliuose vandeneyse ir specialų laivą „Saipem 7000“ darbui giliuose vandeneyse (žr. 2 pav.). Pastarajame laive yra taip vadinama J-Lay vamzdžių klojimo sistema, kurios dėka vamzdynas yra vertikaliai nuleidžiamas į jūrą. Tokią technologiją būtina taikyti giliuose vandeneyse, siekiant išvengti pavojingos situacijos, kai taikant tradicinę S-Lay vamzdžių klojimo sistemą, keletas kilometrų vamzdyno laikoma vienoje baržos pusėje.

J-Lay sistema reikalauja, kad „Saipem 7000“ turėtų 135 m aukščio bokštą, kuriame būtų galima laikyti iš ankssto paruoštas (keturgubai sujungtas) specialiai pagal užsakymą pastatytoje gamykloje Samsune 48 m ilgio vamzdžių sekcijas (skersmuo 20", sienelės storis 31,8 mm).





2 pav. S-laying ir J-laying vamzdžių klojimo technologijos.

VAMZDYNOS SPECIFIKACIJOS	Storis	31,8 mm
REIKALAVIMAI SIŪLEI	Pagrindinis metalas	API 5L X65
	Bendras ilgis	770 km
	H ₂ S kiekis	1 200 ppm prie min 6,7 PH (ant jūros dugno)
	Takumo riba	> 528 MPa
	Kietumas	< 248 HV10
	Smūginis tąsumas CVN	45 J min / 60 J vidutiniškai esant -30°C
	CTD	0,2 min / 0,25 vidutiniškai esant -10°C

1 lentelė. Vamzdyno specifikacijos ir reikalavimai siūlėms.

Dar vienas technologijos perlas yra „Beluga“ – nuo kranto valdomas robotas, prie vamzdžių pritvirtintas ratukų sistema. Jis iškasa tranšėją, paguldo ir užkasa vamzdį 5 m gylyje jūros dugne.

Suvirinimo poreikiai nuolatos auga

Atsižvelgiant į „Saipem“ klientų poreikius didesniams našumui, vamzdžių skersmuo ir sienelės storis žymiai padidėjo. Taip pat povandeniniai vamzdynai tiesiami vis didesniame gylyje ir turi atlaikyti vis didesnį slėgi, žemesnę temperatūrą ir dar agresyvesnę aplinką, sukeliančią metalo koroziją. Atitinkamai padidėjo mechaniniai ir atsparumo korozijai reikalavimai siūlėms.

Turint omenyje šiuos faktorius, ESAB rėmė „Saipem“ kompaniją kuriant specialias, užtikrinančias aukštostas kokybės suvirinimą, gamybos sistemas ir procedūras, tame tarpe atliekant parengiamą suvirinimą krante ir jūroje, „Saipem 7000“ laivo borte.

1 lentelėje pateiktos vamzdynų specifikacijos ir su jomis susiję reikalavimai suvirinimo siūlėms. CTOD reikalavimas kartu su sienelės storio reikalavimu yra mažiau iprastas tiesiameis krante vamzdynams. Šiuo atveju dar keliami specialūs reikalavimai privirinto metalo mikrostruktūrai ir grynumui. Be to, privirintas metalas turi atlaikyti korozinio atsparumo bandymus, nes transportuojamose dujose yra H₂S.

Paruošiamasis suvirinimas

Iš anksto paruošiant vamzdynus, suvirinant po fliusu yra sujungiami stan-

dartiniai 12 m ilgio vamzdžiai ir pagaminamos 48 m ilgio atkarpos (3 pav.). Nuotraukoje parodytas suvirinimo portalas su dviem ESAB daugialankio suvirinimo galvutėmis.

Kad patenkintų specialius mechaninius reikalavimus ir pasiektų geriausią įmanomą suvirinimo našumą, ESAB sukūrė naują vielą, skirtą daugialankiam suvirinimui po fliusu. OK Tubrod 15.28S yra suvirinimo viela, dengta 0,8% Ni ir 0,3% Mo. Ši viela, naudojama kartu su fliusu OK Flux 10.61, tinka mechaninius reikalavimus, tame tarpe ir CTOD. Taip pat, lyginant su vientisa viela, OK Tubrod 15.28S užtikrina didelių suvirinimo ekonomiškumą. Elektrodinės vielos ir fliuso derinys, esant aukštėsniam lydymosi koeficientui, duoda storesnę rumbelę, todėl žymiai sumažėja ėjimų, reikalingų siūlei užpildyti. OK Tubrod 15.28S yra suvytiota ant didelių MarathonPac ričių, todėl idealiai tinka sutomatinio suvirinimo procesams.

Vielos – fliuso kombinacija turi AWS klasifikaciją A5.23-97 F8A6-EC-G.

Suvirinimas laivo borte

„Saipem 7000“ laivo borte iš anksto suvirinti 48 m ilgio vamzdžiai yra sujungiami ir nuleidžiami ant jūros dugno. „Saipem“ kompanija sukūrė savo modernią technologiją suvirinti vamzdžius PC (2G) padėtyje. Pažangią suvirinimo mašiną, vadinančią „Presto“, sudaro karuselė su šešiais specialiai sukurtais Aristo maitinimo šaltiniais, šešiaisiais vielos padavimo mechanizmais ir trimis tandemėmis GMAW suvirini-



4 pav. Suvirinimo po fliusu portalas su dviem ESAB daugialankio suvirinimo galvutėmis.



5 pav. „Presto“ suvirinimo mašina.

mo galvutėmis suvirinimui vienu metu (4 pav.). Karuselė sukasi aplink vamzdį tokiu pat greičiu, kokiui ir judančios bėgiu suvirinimo galvutės. I vamzdį yra įleidžiamas vidinis centruotuvas su varinių trinkelų vainiku, užtikrinantis kokybišką siūlės šaknies suvirinimą.

Visas procesas yra pilnai automatinis. Kiekvienos galvutės, kiekvieno atskiro ėjimo parametrai, išskaitant ir zigzagų plotį, yra iš anksto užprogramuoti valdymo sistemoje. Tokia suvirinimo sistema leido „Saipem“ kompanijai pasiekti aukštą suvirinimo našumą ir praktiškai iki nulio sumažinti defektų skaičių.

ESAB pagamino Aristo maitinimo šaltinius, kurie buvo pasirinkti dėl puiķių lanko charakteristikų, programavimo paprastumo ir patikimumo. Taip pat buvo naudojama dar viena specialiai šio projektui įgyvendinimui sukurtą vientisa suvirinimo viela OK Autrod 12.66. ESAB parengė suvirinimo procedūras ir atliko suvirinimo procedūrų kvalifikacinius bandymus.

2-oje lentelėje pateiktos minimalios mechaninių savybių reikšmės, nustatyto gaminant ir tikrinant bandomuosius pavyzdžius. Jos visos yra gerokai mažesnės už reikalavimus, pateiktus 1-oje lentelėje.

Takumo riba	>540 MPa
Kietumas	<240 HV10
Atsparumas	>70J vidutiniškai esant -30°C
CTOD	>0,5 -10°C

2 lentelė. OK Autrod 12.66.

Minimalios mechaninių savybių, gautų testuojant siūles, reikšmės.

PAGRINDINIAI FAKTORIAI, ĮTAKOJANTYS ALUMINIO SUVIRINIMO MIG BŪDU KOKYBĘ

George Rowe, "AlcoTec Wire" korporacija

Faktoriai, įtakojantys aliuminio suvirinimą MIG būdu

Aukštos kokybės aliuminio suvirinimas MIG būdu yra daug sudėtingesnis, lyginant su kitų metalų suvirinimu, nes aliuminis pasižymi labai skirtingomis fiziniemis savybėmis, pvz. šiluminiu laidumu. Norint pasiekti reikiama stablumą, būtina atkreipti dėmesį į visus proceso kintamuosius parametrus.

Šį procesą galima palyginti su aukštostos kokybės nuotraukų gamyba, kur galutiniam rezultatui didelę įtaką turi daug dalykų: fotoaparato tipas, jo objektyvas, filtrai, juostos greitis ir gaminiojas, apšvietimas, fotografuojamas objektas, fotoaparato nustatymai, fonas, ryškalai ir kt.

Pakeitus bet kurį MIG suvirinimo parametru ir nustatytus duomenis, galima pabloginti virintinės siūlės geometrines charakteristikas ir kokybę.

Suvirinimo maitinimo šaltinis

Gali būti naudojami įvairūs suvirinimo maitinimo šaltiniai darant prielaidą, kad jie visi turi užtikrinti tą pačią suvirinimo kokybę kaip ir maitinimo šaltinis, kurį naudojant buvo nustatyti pirminiai suvirinimo režimo parametrai. Tokia prielaida gali būti ir neteisinga. Suvirinimo parametrai, nustatyti naudojant vieno tipo maitinimo šaltinių nebūtinai duos tas patį rezultatą suvirinant kitu maitinimo šaltiniu.

Maitinimo šaltiniai gali būti įvairių tipų: nuolatinės srovės lygintuvai, nuolatinės įtampos arba nuolatinės srovės invertoriniai šaltiniai, impulsinės programuojamos sistemos, impulsinės sinergetinės sistemos iš anksto užprogramuotos gamintojo. Susirūpinimą keilia dar vienas dalykas – maitinimo šaltinių voltmetrai ir ampermetrai dažnai yra nekalibruoti, todėl gali rodyti netikslius duomenis.

Vielos padavimo mechanizmai

Jei nurodomi skaitmeniniai vielos padavimo greičio duomenys, patartina patikrinti jų tikslumą, nes tikrinant greitį kalibrantomis išorinėmis matavimo



1 pav. Straipsnio autorius MIG būdu suvirina storą gaminį, pagamintą iš 6xxx serijos (Al/Mg/Si) aliuminio lydinio, panaudodamas 5356 (5%Mg) pridėtinį metalą ir didelės srovės lanką su smulkiašiu pernešimu.

priemonėmis, kai kurių gamintojų įrangajoje rodomas greičio reikšmės buvo netikslios. Esant tokiai situacijai, reikia rimtai apsvarstyti būtinybę panaudoti papildomą išorinę patikimą įrangą vienos padavimo greičiu nustatyti, nes net maža nuokrypa gali pakeisti suvirinimo charakteristikas, kurios būtų nepriimtinios aliuminio suvirinimo atveju.

Dar viena susirūpinimą kelianti sritis, susijusi su vienos padavimo mechanizmais suvirinant MIG būdu, yra šios įrangos sugebėjimas stabilių paduotų aliuminio suvirinimo vielą. Vielos padavimas suvirinant aliuminį yra daug svarbesnis klausimas, negu suvirinant plieną. Tai turbūt dažniausiai pasitaikanti problema, su kuria susiduriama suvirinant aliuminį MIG būdu. Ši problema iškyla dėl skirtingu metalų mechaninių savybių. Plieninė suvirinimo viela yra palyginti standi ir gali atlaikyti daug didesnį mechaninį poveikį. Aluminis yra minkštесnis, jautresnis deformacijai, kuri gali būti padavimo operacijos metu. Dėl to aliuminio suvirinimo atveju reikalaujama daug didesnio dėmesio pasirenkant ir reguliuojant MIG suvirinimo vielos padavimo sistemą.

Vielas padavimo problemas dažnai būna kelių rūšių: vielos padavimo strigimai arba suvirinimo vielos prisilydymu prie kontaktinio antgalio. Norint išvengti tokį problemą, svarbu suvokiti, kaip veikia visa vielos padavimo sistema ir koks yra jos poveikis aliuminio suvirinimo vielai.

Visų pirma pradedant nuo padavimo sistemos galio, reikia atkreipti dėmesį į stabdiklių reguliavimą. Vielos įtempimą sustabdant reikia sumažinti iki minimumo. Tik tinkama prispaudimo apkrova reikalinga, norint išvengti ritės susipainiojimo. Iejimo ir išėjimo kreipiamosios bei idéklai, kurie plieninei vielai paprastai būna pagaminti iš metalo, o aliuminio vielai, norint ją apsaugoti nuo dilinimo ir deformacijos, turi būti pagaminti iš nemetalinių medžiagų, pvz. teflono arba nailono.

Padavimo ritinėliai turi būti su atitinkamu U-formos grioveliu, kurio kraštai yra neaštrūs, glotnūs ir tinkamai prispaudžia vielą. Per didelis padavimo ritinelių spaudimas gali deformuoti aliuminio vielą ir padidinti trintį idékle ir kontaktiniame antgalaje.

Suvirinimo degikliai

Degiklio žarnų ilgis gali įtakoti įtampos kritimą. Labai svarbus faktorius yra kontaktinio antgalio vidinis skersmuo ir jo kokybė. Jei vidinis antgalio skersmuo yra per didelis ir yra per didelis tarpas tarp vielos ir kontaktinio antgalio, lankas gali užsidegti antgalio viduje. Jei toks lankas degs pastoviai, ant vidinio antgalio paviršiaus gali kauptis metalo purslai, kurie trukdo ir sukelia lanko perėjimą iš elektrodo į antgalį ("burnback"). Kontaktinio antgalio konstrukcija gali turėti poveikį elektros laidumui ir taip įtakoti lanko charakteristikas.

Apsauginių dujų padavimas

Kai dujų padavimo žarnos yra labai ilgos, reikia atkreipti dėmesį į priešslėgio reikšmes. Šių reikšmių skirtumas gali turėti poveikį lanko charakteristikoms, ypač suvirinant siluminus ALSi su pridėtinė medžiaga. Jei apsauginės dujos yra paduodamos magistraliniais suskystintų dujų transportavimo vamzdynais, tada visos salygos yra iš esmės panašios. Tačiau jos gali skirtis paduodant argono dujas iš balionų.

Pridėtinė medžiaga iš aluminio lydinio

Aluminio paviršius turi būti nesuplešėjės, be atplaišų, išrūkimų, raukšlėtumo ir užlajų, kurie leidžia kauptis nešvarumams. Lankas bus nepastovus suvirinant tas darbinio paviršiaus vietas, kurios tiesiogiai ir ilgą laiką buvo veikiamas vandens ir ant kurių yra balto apnašų. Prieš suvirinimą reikia pašalinti aluminio oksidą, kad jie nepakliūtų į vonią suvirinimo proceso metu ir kad tai nesukeltų siūlės išrūkimų.

Lanko ilgis

Dėl aluminio didelio šilumos laidumo skysto metalo lašeliai bombarduoja suvirinimo vonią ir pagrindinį metalą dideliu greičiu ir kinetine energija, dėka ko gaunama papildoma energija. Nors lanko ilgis yra labai nedidelis, net ir nedidelis jo pasikeitimas turi ryškų poveikį įvedamai šilumai, kuri įtakotų nepakankamą susilydymą arba šaknies įvirinimo nevienodumą. Paprastai rekomenduojamas lanko ilgis yra nuo 12 iki 15 mm. Didėjant šiam atstumui, didėja pagrindinio metalo, kurį veikia skysto metalo lašeliai, dėmės plotas. Lašeliai turi lėkti didesnį atstumą, todėl sumažėja jų greitis ir energija, perduo-

dama į suvirinimo vonią. Suvirinant vamzdžius arba talpas, reikia labai atsargiai keisti degiklio kampą arba degiklio padėtį sukamo vamzdžio paviršiaus atžvilgiu, nes tai gali turėti didelį poveikį realiam lanko ilgiui.

Suvirinant aliuminį reikia, kad kontaktinis antgalis nebūtų išlindęs iš tūtos. Įtraukimas turėtų būti nuo 3 iki 8 mm ribose, priklausomai nuo naudojamos suvirinimo įtampos, t.y. žemai įtampai (nuo 17 iki 21 V) reikia nedidelio įtraukimo, o aukštos įtampos darbams reikia didesnio įtraukimo. Dėl to yra svarbu stebeti ir registruoti ši kinamajį dydį, nes jis veikia lanko ilgi ir įvedamą šilumą į pagrindinį metalą.

Pvz., jei suvirinimo technologinio proceso parametrai yra nustatyti, kai antgalio įtraukimas yra 3 mm, o realiai gamybos procese naudojamas 8 mm įtraukimas, tikėtina, kad suvirinimo rezultatai bus skirtini.

Lydinio rūšys

Suvirinimo parametrai, nustatyti vienos rūšies lydinui gali netikti kitos rūšies lydinui, nes labai skiriasi skirtinė metalų šilumos laidumas, pavyzdžiui:

AA 1100	1540 BTU*	AA 5083	810 BTU
AA 3003	1340 BTU	AA 6063	1510 BTU

BTU – britų vienetas

Iš pavyzdžio matyti, kad AA 6063 markės aliuminiui suvirinti reikia kitokį suvirinimo parametru reikšmių, lyginant su AA 5083 markės aliuminiu, nes pastarajam reikės mažesnės tiesinės energijos. Suvirinant skirtinę marką lydinius, iš faktorių reikia atkreipti dėmesį.

Šilumos nuvedimas, turintis įtakos suvirinimo salygomis

Suvirinimo parametrai, tinkantys vienokios geometrinės formos gami-



2 pav. Straipsnio autorius impulsiniu lanku suvirina ploną šilumokaitį, pagamintą iš 3xxx serijos (Al/Mn) lydinio, panaudodamas 4047 (12% Si) pridėtinę medžiagą.

niui, gali visai netikti kitos formos gaminiai, nors jie ir atrodyti vienodi. Suvirinant skirtinio storio gaminius, storesniems aluminio gaminiams reikia žymiai daugiau įvedamosios šilumos, norint efektyviai suvirinti. Jei suvirinimo procedūros yra sudarytos ploniems lakštams, jos gali netikti storesniems gaminiams. Sudarant skirtinio storio metalo suvirinimo procedūras, būtina į tai atkreipti ypatingą dėmesį.

Aplinkos ir pagrindinio metalo temperatūra

Suvirinant robotais arba mechanizuotu būdu įvairius konstrukcinius elementus, pagrindinio metalo temperatūra gali įtakoti suvirinimo pradžią. Jei suvirinimo salygos buvo sudarytos esant dirbtuvėje 22° C temperatūrai, jos gali žymiai skirtis, jei aplinkos temperatūra bus pvz. 12° C. Suvirinti didelius sudėtingus komponentus reikia daug laiko, todėl gali smarkiai padidėti suvirinamo pagrindinio metalo temperatūra. Kai tam tikra suvirinama dalis iškaista, derinantis prie tokų šilumos mainų pokyčio, gali reikėti pakeisti suvirinimo parametrus.



Apie autorių:

George Rowe yra suvirinimo specialistas iš "AlcoTec Wire" korporacijos, įsikūrusios Traverse mieste Mičigano valstijoje, JAV. Jis yra AlcoTec suvirinimo technologijų mokyklos laboratorijos vedėjas. George Rowe yra AWS (Amerikos suvirintojų asociacijos) sertifikuotas suvirinimo inspektorius (CWI).

NAUJOJO TILTO PER PARANOS UPĘ PLIENINIŲ POLIŲ MECHANIZUOTAS SUVIRINIMAS SU MILTELINE VIELA (FCAW)

Inovacinis, integruotas ir produktyvus sprendimas kaip panaudoti ESAB Railtrac įrangą suvirinimui statybos vietoje

Eduardo Asta
ESAB-CONARCO Industrial Applications
Buenos Airés, Argentina

ESAB-CONARCO suteikė vertingą ir kvalifikuotą techninę paramą savo klientui Puentes del Litoral SA, pagrisdama ESAB korporacijos šūkio prasmę "Jūsų partneris suvirinime ir pjovime".

Įžanga

Kabantis tiltas per Paranos upę yra svarbi grandis, jungianti Argentinos provincijas Santa Fe ir Entre Ríos. Tiltas yra 608 m ilgio ir turi du pilonus, apsaugotus nuo susidūrimo su laivais dideliais poliai, pagamintais iš labai stipraus plieninio karkaso. Kiekvienas polis buvo gaminamas statybos vietoje sujungiant keturis 9-10 m ilgio ir 2 m skersmens vamzdžių segmentus, nuleidžiant juos į 37 m gylio upę, įkalant į upės dugną ir priplildant gelžbetonio. ESAB-CONARCO Argentina pademonstravo savo techninį sprendimą, kaip šiuo atveju produktyviai suvirinti žiedines siūles horizontalioje (PC) padėtyje. Šiam uždavinui spręsti taikomas mechanizuotas FCAW suvirinimas ir šiam atvejui puikiai tinkanti ESAB Railtrac įranga, parengta suvirinimo technologinio proceso specifikacija (WPS) ir kvalifikacinių testų (PQR), o atliktas taip pat suvirintojų mokymas ir kvalifikacijos kėlimas. Pagrindinio ran-



govo Puentes del Litoral S.A. prašymu, ESAB-CONARCO suvirinimo specialistai suvirino pirmuosius tris polius.

Plienų markė ir pridėtinės medžiagos

Polių karkasui buvo naudojamas 25 mm storio Q&T HSLA pagal ASTM A514 B markės plienas. 1 lentelėje pateikta tipinė plieno cheminė sudėtis, mechaninės savybės, CE (IIW) ir Pcm reikšmės. Siekiant užtikrinti optimalų našumą, visi suvirinimo darbai buvo atliekami FCAW būdu, šaknies siūlės suvirinimas buvo atliktas rankiniu būdu, o mechanizuotas suvirinimas Railtrac įranga buvo naudojamas daugiasluoksnėms siūlėms užpildyti ir rumbelei suformuoti. Viso suvirinimo metu buvo naudojama ESAB-CONARCO TUBLULARC 117 – 1,6 mm viela su užpildu pagal AWS 5.23: E110T5-K4, gaminama Argentinoje specialiai Pietų Amerikos rinkai*. Suvirinant šia viela naudojamos CO₂ apsauginės dujos, duodančios gerą apsaugą lauko sąlygomis. 2 lentelėje pateikta tipinė šios vielos cheminė sudėtis ir mechaninės jos savybės.

Suvirinimo technologinis procesas

3-je lentelėje pateiktas patvirtintas suvirinimo procedūros aprašas, įvardintas struktūriniu suvirinimo kodu AWS D1.1. Procedūroje pateiktas geriausias įmanomas kokybės ir našumo

derinys, turint omenyje sunkumus suvirinant HSLA plieną lauko sąlygomis bei faktą, kad siekiant neatsilikti nuo suplanuoto projekto grafiko, kiekvieną sujungimą reikėjo užbaigti per 4 val. Išilgai pritvirtinto prie karkaso aluminio bėgio vienu metu į priešingas pusės slinko du Railtrac traktoriai su FCAW degikliais, kiekvienas užbaigdamas pusę perimetro (1 pav. ir 2 pav.).

Įtrūkimų valdymas terminio poveikio zonoje ir privirintame metale

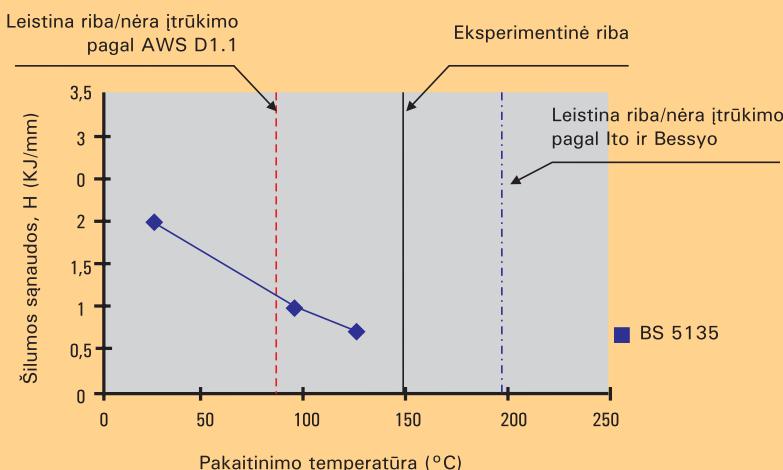
Naudotas Q&T HSLA plienas turi charakteringą mikrostruktūrą, susideančią iš martensito. Tai mažaanglis ir suvirinamas plienas. Vandenilio sukeliamų įtrūkimų terminio poveikio zonoje galima išvengti prieš tai pakankamai pakaitinus metalą ir pasirinkus suvirinimo medžiagas su nedideliu vandenilio kiekiu (<5mlH₂/100g). Vis dėlto, pagrindinė vandenilio sukeliamų įtrūkimų atsiradimo rizika lieka privirintame metale, nes tam naudojamos didelio atsparumo medžiagos.

Deja kol kas nerasta dėsningumo ir priklausomybių, pvz. grafinėje formoje, kuria besiremiant galima pateikti patikimas rekomendacijas, kaip išvengti vandenilio sukeliamų įtrūkimų privirintame metale.



1 pav. Veikianti "Railtrac" įranga.

* Atitinkami ESAB vielos tipai:
Europoje OK Tubrod 15.27 arba FILARC PZ6148;
JAV ir Ramiojo vandenyno regione Dual Shield T-115



3 pav. Pakaitinimo temperatūros analizė.

Šiuo atveju ESAB-CONARCO taikė kvalifikacinių testų, kurio tikslas buvo, naudojant realią suvirinimo procedūrą ir atitinkamą pakaitinimą, nustatyti minimalią tinkamą pakaitinimo temperatūrą. Ultragarsinis patikrinimas parodė, kad, norint išvengti ištrūkimų privirintame metale, reikia išankstinio metalo pakaitinimo esant 150° temperatūrai. Papildomi Tekken, Slot ir WIC testai patvirtino, kad ši temperatūra privirintam metalui yra saugi.

Pakaitinimo temperatūrai apskaičiuoti ir siekiant išvengti ištrūkimų terminio poveikio zonoje, buvo naudojami trys skirtinių metodai: BSI 5135; Ito Bessyo ir AWS D1.1 priedas XI (žr. 3 pav.). Atkreipkite dėmesį, kad atliekant skaičiavimus pagal Ito ir Bessyo, Q&T HSLA plieno pakaitinimo temperatūra yra kiek padidinta, todėl buvo atlirkas papildomas testas, naudojant sertifikuotą įrangą ir kokybišką plieną, o pakaitinimo temperatūra buvo paskaičiuota pagal AWS D1.1 ($\sim 80^{\circ}\text{C}$). Metalografinis patikrinimas ir 100% ultragarsinė kontrolė parodė, kad terminio poveikio zonoje nėra akivaizdžių ištrūkimų. Jau buvo galima daryti išvadą, kad 150°C yra saugi pakaitinimo temperatūra ir privirintam metalui ir terminio poveikio zonai.

4 pav. pavaizduotas suvirinto sujungimo skerspjūvis ir kietumo traversos skersai šaknies, rumbelės ir terminio poveikio zonas. Leistina terminio poveikio zonas ir privirinto metalo kietumo reikšmė yra 380HV5. Aukščiau šios

mo blokų. Prie karkaso magnetais buvo pritvirtinti aliumininiai bėgiai.

Pritaikymas į rezultatai

Poliai buvo suvirinami ant apvalios platformos, sumontuotos ant pontono. Ant platformos buvo pritvirtintas fiksujantis krumpliaratis, nustatantis vamzdžių, kuriuos reikės sujungti, segmentų bei visos reikalingos suvirinimo įrangos padėtį. Suvirinimo vietą dengė tentas, apsaugantis FCAW procesą nuo nepalankių oro sąlygų (žr. 5 pav.).

Toks suvirinimo sprendimas užtikrino didžiausią galimą našumą suvirinant šią struktūrą statybos aikštelyje. Visos suvirintosios jungtys buvo atlirkamos 9 ėjimais, formuojamais keturiais sluoksniais. Bendrai kiekvienai suvirintajai jungčiai buvo sunaudota 24 kg pridėtinio metalo, po 12 kg buvo privirinta kiekvienu Railtrac. Užbaigtį vieną daugiasluoksnę siūlė prireikė apytikliai trijų valandų, taigi vidutinis priydydymo efektyvumas 4 kg/h. Visos jungtys buvo vizualiai patikrintos ir atlilktos šimtaprocentinė jų ultragarsinė kontrolė. Siūlės buvo aukštos kokybės, defektų kiekis buvo labai mažas.

ribos jokių kietumo reikšmių nebuvo užregistruota.

Suvirinimo įranga

Viso projekto metu buvo naudojami du ESAB LAW 520 maitinimo šaltiniai, skirti intensyviams naudojimui, su MEK 4SP vielos padavimo mechanizmais. Mechanizuotą suvirinimo procesą atliko lanksti Railtrac FWR sistema, susidedanti iš dviejų traktorių, skaitmeninio programavimo ir nuotolinio valdymo.

1 lentelė. A 514 B markės plieno cheminė sudėtis ir mechaninės savybės.

Cheminė sudėtis, %									
C	Mn	P	S	Si	Cr	Mo	V	CE _{IIW}	P _{cm}
0,18	0,91	0,002	0,004	0,28	0,54	0,20	0,4	0,49	0,29
Mechaninės savybės									
Stiprumo riba, MPa 837	Takumo riba, MPa 773	Pailgėjimas lo = 50 mm, % 20				Smūginis tąsumas (Charpy-V) -18°C, J Max. 152 / Min. 134 / Prom. 143			

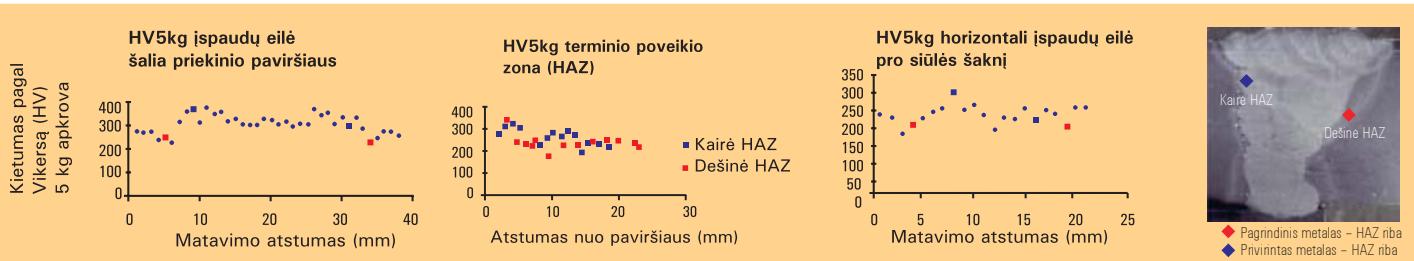
2 lentelė. "Tubularc 117" (E 110 T5K4) vielos cheminė sudėtis ir mechaninės savybės.

Cheminė sudėtis, CO ₂ , %					
C	Mn	Si	Cr	Mo	Ni
0,07	1,9	0,45	0,5	0,45	2.30
Mechaninės savybės					
Stiprumo riba, MPa 760-900	Takumo riba, MPa >680	Pailgėjimas lo = 50 mm, % >18			Smūginis tąsumas (Charpy-V) -18°C, J >35

3 lentelė. A514 B markės plieninio vamzdžio, kurio storis 25 mm ir išorinis skersmuo 2000 mm, suvirinimo procedūra.

Šaknis (1)	Procesas	Pridėtinis metalas	Skersmuo, mm	Srovės poliškumas	Srovė, A	Įtampa, V	Suvirinimo greitis
Užpildymas (2-5)	FCAW (M)	E110T5K4	1,6	CC+	250-300	28	150-170
Užbaigimas (6-9)	FCAW (M)	E110T5K4	1,6	CC+	300-370	28-30	280-300
		E110T5K4	1,6	CC+	220-280	23-26	300-500

SA – pusiau automatinis; M – mechanizuotas



4 pav. Siūlės skersinis pjūvis ir kietumo matavimų rezultatai.

APSAUGINĖS DUJOS NERŪDIJANČIOJO PLIENO SUVIRINIMUI IR SIŪLIŲ PADĒKLAI

Th. Ammann, Linde Gas

Žanga

Remiantis literatūros šaltiniu [1], austenitiniai chromnikeliniai plienai yra:

Austenitiniai plienai, kurių sudėtyje yra arba nėra molibdeno – tai austenitininiai plienai, specialiai su mažu anglies kiekiu, kad išvengti tarpkristalinės korozijos; stabilizuoti austenitininiai plienai taip pat su padidintu atsparumu tarpkristalinei korozijai; pilnai austenitininiai plienai, kurie savo austenitinės struktūros déka yra labai atsparūs korozijai ir austenitiniai-feritiniai plienai. Šių markių plienai dvifazės austenitinės-feritinės struktūros déka pasižymi dideliu atsparumu koroziniam trūkinėjimui ir taškinei korozijai bei didesniu stiprumu ir tąsumu.

Paprastai austenitinį plieną nesunku suvirinti, tik reikia pastebėti, kad oksidinė plévelė ant darbinio paviršiaus atsiranda dėl oksidacijos proceso, vykstančio dėl šilumos įvedimo ir aplinkos deguonies poveikio. Kadangi oksidai gali smarkiai sumažinti nerūdijančiojo plieno atsparumą korozijai, reikia to vengti tinkamai formuojant siūlę arba po suvirinimo reikia oksidinę plévelę pašalinti apdorojant siūlę chemiškai, mechaniskai arba kitais metodais. Geriausiai rezultatai pasiekiami panaudojant keletą metodų, t.y. apdorojant šratą arba smėlio srautu, o po to apdorojant chemiškai.

Nerūdijantysis plienas skiriasi nuo nelegiruotojo plieno ne tik atsparumu korozijai, bet ir žymiai mažesniu šiluminiu laidumu ir didesniu šiluminiu plėtimusi, dėl ko gali stipriai deformuotis. Be to, išlydytas nerūdijantis plienas yra žymiai klampesnis.

Suvirinimo procesuose naudojamos

apsauginės dujos yra skirtomos į (2) apsaugines dujas suvirinimui ir šaknies apsaugai naudojamas apsaugines dujas. Jos nėra specialiai apibrėžtos, tačiau gaminamos remiantis koncentracijos normomis, todėl vien tik žymėjimo pagal EN nepakanka norint apibūdinti atitinkamą apsauginių duju mišinį. I tai būtina atkreipti dėmesį užsakant apsaugines dujas.

Apsauginės dujos MIG suvirinimui

Suvirinant nerūdijantį plieną MIG būdu grynas argonas yra naudojamas ne dažnai. Be aktyvių apsauginių duju komponentų, pvz. CO₂ arba deguonies, lankas būna nestabilus. Argono šiluminis laidumas ir jonizacijos energija yra nedidelė, atitinkamai yra mažas šiluminis poveikis į darbinį paviršių. Dėl to išlydytas metalas yra labai klampus, prastos metalo pernešimo ir suvilgymo charakteristikos. Todėl suvirinimo siūlė būna nelygi su nepakankamu metalo įvirinimu ir dėl to gausiai legiruotam plienui yra naudojamos apsauginės dujos, kuriose paprastai būna aktyvių duju komponentų, t.y. deguonies arba anglies dioksono, kurie stabilizuja lanką, pagerina suvilgymą ir padidina šilumos perdavimą į darbinį paviršių.

Argono/deguonies mišiniuose, naujojamuose chromo-nikelio lydinių suvirinime, būna nuo 1% iki 3% O₂. Toks mišinys užtikrina stabilių lanko degimą ir suvirinimo procesą su nedaug purslų. Šis mišinys, lyginant su argono/CO₂ mišiniu, turi ir trūkumų. Tai didelis oksidacijos laipsnis, mažas šilumos perdavimas ir polinkis poringu-mui. Šilumos perdavimą galima padidinti naudojant didesnę deguonies koncentraciją, tačiau tai atitinkamai

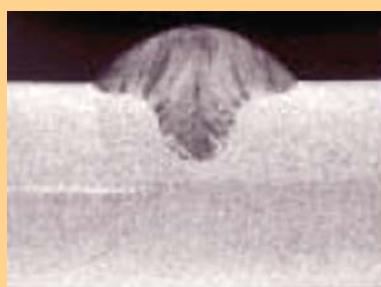
padidina siūlės paviršiaus oksidaciją. Be to, tikėtina, kad padaugės purslų, kuriuos reikės pašalinti šlifuojant arba nudaužant.

Argono pagrindu sukurtos apsauginės dujos, kuriose CO₂ kiekis apytiksliai yra 2,5%, labiausiai pasiteisino suvirinant MIG būdu chromnikelinį plieną. CO₂ molekulių skilimo ir jungimosi procesų elektros lanke rezultate gau namas geresnis šilumos perdavimas, o tuo pačiu ir mažesnė oksidacija bei poringumas. Lyginant su Ar/O₂ mišiniu, siūlė yra platesnė, o dėl didesnio šilumos perdavimo, metalo susilydymas su pagrindiniu metalu yra patikimesnis.

Apsauginės dujos su papildomu helio kiekiu gali būti naudojamos, kad dar labiau pagerinti suvilgymą ir padidinti suvirinimo greitį. Helio kiekis papras tai būna nuo 20% iki 50%. Lyginant su argonu, helio jonizacijos energija ir šiluminis laidumas yra žymiai didesnis, todėl jis užtikrina geresnį šilumos perdavimą į darbinį paviršių. Dėl to dar labiau įkaitinamas išsilydytas metalas ir jis pasidaro skystesnis. Didelis helio šiluminis laidumas užtikrina geresnį šilumos perdavimą į pagrindinį metalą. 1 pav. pateiktame pjūvyje aiškiai matyti, kad esant šiek tiek didesniam šaknies įvirinimui, siūlės rumbelė yra platesnė. Dujos su helio priemaišomis taip pat turi teigiamą poveikį suvirinant labai klampius legiruotus molibdenu chromnikelinius plienus. Suvirinant tokios rūšies plienus, ypač jei suvirinama didesniu galimumu, dažnai ant paviršiaus suformuojamos nuosėdos, kurias sunku pašalinti. Šią tendenciją galima sumažinti naudojant dujas, kurių sudėtyje yra helis.

Apsauginės dujos TIG suvirinimui

Suvirinant gausiai legiruotą plieną TIG būdu, argonas ir toliau lieka standartinėmis apsauginėmis dujomis. Suvirinimo greitį galima padidinti naudojant apsaugines dujas, į kurių sudėtį įeina vandenilis. Paprastai į argoną yra įvedama nuo 2% iki 20% vandenilio, priklausomai nuo pritaikymo srities. Suvirindamas rankiniu būdu, suvirintojas turėtų palaipsniui įprasti prie padidėjusio vandenilio kieko apsauginėse dujose, kuris salygoja padidėjusi suvirinimo



1 pav. 1.4301/304 plieno MAG suvirinimas, pilnai mechanizuotas, vielos skersmuo Ø 1,2 mm, vielos padavimo greitis 9,4 m/min, PA padėtis. Ar + 2,5% CO₂, pavaizduota kairėje pusėje, Ar + 2% CO₂ + 20% He, pavaizduota dešinėje pusėje.

1 lentelė. Išvairių metalų šaknies apsaugai naudojamos dujos.

Apsauginės dujos	Metalas
Argonas	Visi metalai
A/H ₂ mišiniai	Austenitinis chromnikelinis plienas, nikelio ir nikelio pagrindu pagamintos medžiagos
N ₂ /H ₂ mišiniai	Išvairių rūšių plienas, išskyrus tąsą smulkiaigrūdį plieną ir austenitinį plieną (nestabilizuotą titanu).
N ₂	Ar/N ₂ mišiniuose suvirinamas austenitinis chromnikelinis plienas, dvifazis ir daugiafazis plienas.

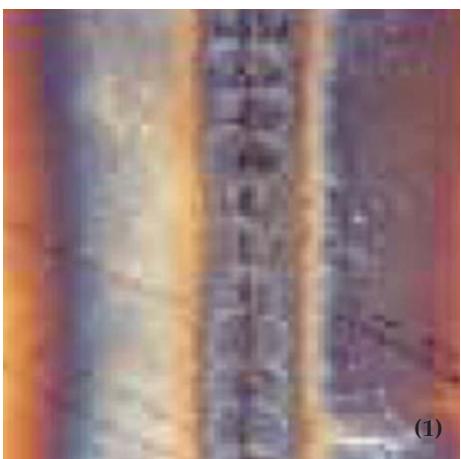
greitį. Jei vandenilio yra daugiau negu 6%, daugeliu atvejų suvirinimo proceso nebegalima valdyti rankiniu būdu. Dėl to šias dujas tinkamiausia naudoti pusiau automatiniuose arba pilnai mechanizuotuose TIG suvirinimo procesoose.

Dėl didelio ferito kieko, dvifazio plieno negalima suvirinti naudojant apsaugines dujas su vandeniliu, nes kyla rizika susidaryti įtrūkimams. Be to, padidėjus vandenilio kiekiui apsauginėse dujose, kai kuriuose gausiai legiruotuose plienuose gali susidaryti poros. Viena iš pagrindinių taisyklių naudojant apsaugines dujas su vandeniliu yra deguonies arba oksiduojančių medžiagų pašalinimas iš lanko zonos. Šiuo pozūriu pirminiai deguonies šaltiniai yra oksidinė plėvelė, valcuotas sluoksnis ir kt. Pvz., suvirinant chromnikelinį vamzdžių žiedines siūles TIG būdu ir naudojant apsaugines dujas su vandeniliu, poros dažniausiai susidaro tuomet, kai suvirinimo proceso pabaigoje yra perdengiama siūlės pradžios vieta. Oksidinė plėvelė, t.y. oksidai susidaro siūlės pradžioje ir pasikartoja suvirinimo siūlės pabaigoje.

Jei apsauginėse dujose su vandeniliu dar yra ir deguonies arba anglies dioksido, tai taip pat gali padidinti porų susidarymo riziką pvz. MAG suvirinime.

Apsauginių dujų su vandeniliu tinkamumą būtina visada išbandyti atliekant bandomajį suvirinimą.

Dar vienas svarstytinis klausimas yra apsauginių dujų, kurių sudėtyje yra azoto, panaudojimas TIG suvirinime.



2 pav. Suvirinimo rumbelės formavimasis naudojant šaknies apsaugines dujas (1) ir be šaknies apsauginių dujų (2).

Azotas sukelia stiprų austenizacijos efektą, todėl privirintame metale sumažėja ferito kiekis. Dėl to šios dujos yra sėkmingai naudojamos suvirinant pilnai austenitinį ir dvifazį plieną. Tačiau reikia atkreipti dėmesį, kad naudojant apsaugines dujas su azotu trumpėja TIG elektrodų tarnavimo laikas, t.y. juos reikia dažniau pašlifuoti.

Apsauginės dujos šaknies suvirinimui

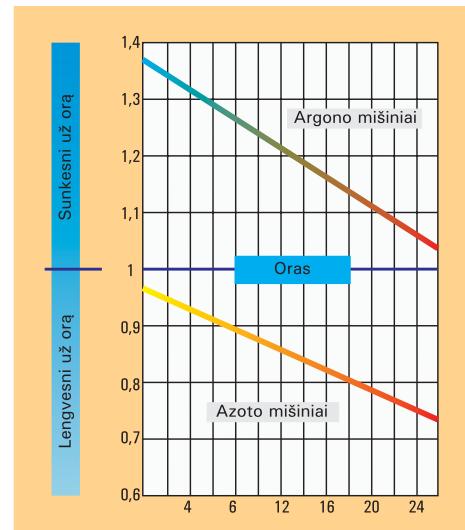
Pagrindinis šaknies apsaugojimo tikslas yra saugoti ją nuo oksidinės plėvelės arba oksidacijos bei užtikrinti saugų šaknies įvirlinimą. Tą garantuoja šaknies apsauginės dujos, sumažinančios siūlės oksidaciją. 2 pav. parodyta, kaip tokia oksidacija gali pakenkti šaknies formavimuisi. Dešinėje pavaizduota siūlė yra tinkamai suformuota, o pavaizduotoje kairėje pusėje siūlėje dėl kontakto su oru atsirado defektų šaknyje. Stipri oksidacija lėmė, kad darbinio paviršiaus kraštai nesusivirino – tą parodo juoda linija siūlės viduryje.

Reikėtų išskirti tris pratakiosios dujinės apsaugos metodus:

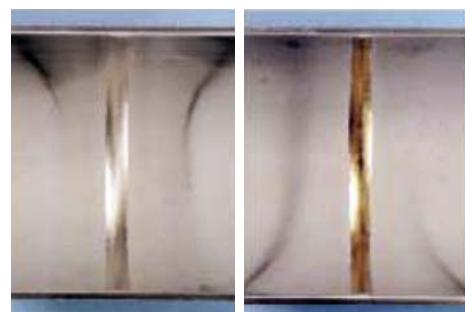
- išstumiantis prapūtimas, kurio metu naudojamas tam tikras nustatytas apsauginių duju šaknies apsaugai kiekis, kuris išstumia iš konkrečios vietas orą ir pakeičia ji apsauginėmis dujomis (3 pav.).

- prapūtimas, kurio metu tekancios apsauginės dujos žymiai sumažina liekamojo deguonies kiekį siūlėje.

- prapūtimas, kurio metu pirmiausia išsiurbiamasoras iš konkrečios vietas, kuri po to yra užpildoma apsaugi-



3 pav. Šaknies apsaugai naudojamų dujų santykinis tankis lyginant su oru.



4 pav. Šaknies pageltimas dėl titano nitrito. Kai- reje suvirinta naudojant argoną, dešinėje – N₂/H₂ 90/10; metalas 1.4571/316Ti, TIG orbitinis suvirinimas.

nėmis dujomis. 1 lentelėje pateikta informacija apie apsaugines dujas, naudojamas šaknies apsaugai.

Pasirenkant tinkamas apsaugines dujas šaknies įjimui, reikia atsižvelgti į išvairius kriterijus:

a) Metalurginiu pozūriu, ar gali šaknies apsaugai naudojamos dujos pakenkti metalui?

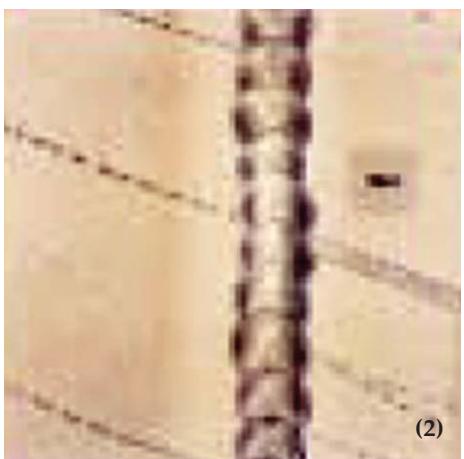
b) Tankis: kokio tipo apsaugą geriausia naudoti?

c) Tinkamumas: ar galima suvirinimo apsaugines dujas naudoti ir šaknies apsaugai?

Dėl a): feritinių ir feritinių-austenitinių medžiagų nereikėtų suvirinti aplinkoje, kurioje yra vandenilio dujų, nes kyla pavojus susidaryti įtrūkimams.

Titanu stabilizuoto plieno (t.y. 1.4571) šaknies suvirinimui naudojamos apsauginėms dujomis turi būti taikomas dar vienas aprībojimas. Šiuo atveju metale esantis titanės ir apsauginėse dujose esantis azotas jungiasi ir sudaro titano nitritą, kuris nusėda ir sukelia pastebimą pageltimą. Ši pageltimą nesunku atskirti nuo oksidinės plėvelės, nes jis atsiranda tik išlydyto siūlės metalo srityje ir nebūna termiškai paveiktame pagrindiniame metale (4 pav.).

Dėl b): pvz. dujinė apsauga rezervuare.



Pagrindinė maitinimo šaltinio paskirtis yra tiekti tinkamą elektros energiją. Maitinimo šaltinio charakteristika yra ypatingai svarbi suvirinimo procesui. Šiandieną yra siūloma daugelio rūsių maitinimo šaltiniai, bet pasirinkti tinkamiausią nėra labai lengva. Šiuo straipsniu siekiama suteikti informacijos apie pasirinkimo principus.

Suvirinimo aparatas suteikia galimybę valdyti elektros srovę arba įtampą, kad būtų išgaunamos tinkamos statinės ir dinaminės charakteristikos, reikalingos suvirinimo procesui.

Šiuolaikinės elektroninės ir kompiuterinės technologijos padarė didelę įtaką suvirinimo aparatu raidai. Greitai besikeičianti technologija aparatus daro vis sudėtingesnius valdymo ir parametrų korekcijos požiūriu.

Suvirinimo aparatu gamybos technologijos

Generatoriai buvo populiarūs ilgą laiką ir dar yra kartais naudojami. Dideli kaštai ir menkas našumas neleidžia jiems lygiavertiškai konkuruoti su šiuolaikiškais suvirinimo aparatais. Antra vertus, jų suvirinimo charakteristikos gali būti puikios. Generatoriai susidea iš (3 fazų) elektromotoro, sujungto su nuolatinės srovės generatoriumi. Kadangi elektromotoro apsisukimo greitis didžiaja dalimi priklauso nuo elektros dažnio, šie aparatai palyginti nejautrūs įtampos svyravimui. Jie gali būti valdomi per atstumą, reguliuojant generatoriaus srovę.

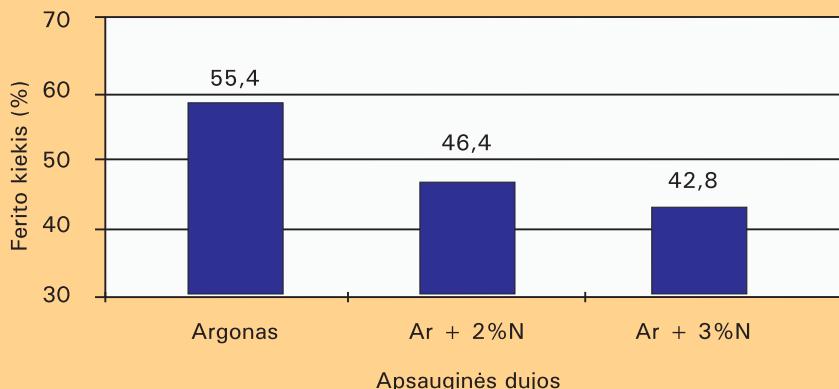
Benzinu ar dyzeliu varomi suvirinimo generatoriai populiarūs ir yra plačiai gaminami. Jie dažnai naudojami statybos aikštélėse, kur nėra elektros tinklų.

Suvirinimo transformatoriai skirti suvirinimui kintama srove ir yra pigiausi ir paprasčiausi suvirinimo aparatai. Daugiausiai jie yra naudojami suvirinimui glaistytaisais elektrodais, nors gali būti pritaikomi ir kitiemis suvirinimo būdams, kai reikia kintamos srovės.

Pažangesni aparatai, suvirinimui volframiniu elektrodu (TIG), po fliusu (SAW) ir kartais MIG būdu, gali būti valdomi tiristorių arba tranzistorių. Jie gali persijungti iš kintamos srovės (AC) į nuolatinę (DC) ir tapti taip vadinais AC/DC aparatais.

Jei nesiimama specialių priemonių, kintama srovė sukelia tam tikras problemas suvirinimo procese: kiekviename

Ferito kiekis prilydyto metalo sudėtyje



5 pav. Ferito kieko prievirinto metalo sudėtyje priklausomybė nuo azoto koncentracijos apsauginėse duose.

N_2/H_2 mišiniai (lengvesni už orą) turi būti paduodami iš viršaus, argono arba Ar/H_2 mišiniai (sunkesni už orą) – iš apačios.

Dėl c): jei, pvz. mechanizuotam TIG suvirinimui naudojamas Ar/H_2 mišinys kaip suvirinimo apsauginės dujos, daugelį atvejų nėra blogai naudoti tas pačias dujas ir šaknies apsaugai (3 skyrius).

Svarbiausias parametras, lemiantis tinkamą dujų pūtimo laiką yra liekamojo deguonies kiekis siūlės šaknyje. 50vpm jau yra gana mažas deguonies kiekis. Tokią reikšmę galima taikyti kaip orientacinę, nes oksidinės plėvelės storis taip pat priklauso ir nuo metalo paviršiaus kokybės, ir nuo lanko šiluminio poveikio.

Praktiškai neįmanoma tiksliai nustatyti dujų pūtimo laiką, leistiną liekamojo deguonies kiekį bei oksidinės plėvelės storį, nes gali būti daugybė įvairių suvirinimo jungčių tipų bei darbinio paviršiaus variantų. 3 pav. pateiktos rekomendacijos dujų pūtimo laikui paskaičiuoti. Šios diagrame pagalba galima paskaičiuoti orientacines dujų pūtimo laiko reikšmes, kurias po to reikia patikrinti bandymais. Šaknies suvirinimo apsauginėms dujoms parinkti tai koma keletas pagrindinių taisyklių:

Naudojamų dujų kiekis turi būti kiek galima mažesnis, t.y. dujos turi būti paduodamos per priemones, specialiai pritaikytas tai jungčiai.

Apsauginės dujos šaknies suvirinimui turi lėtai tekėti ir dengti kiek gali ma didesnį plotą, kad apsaugotų nuo oro poveikio. Tai ypač aktualu taikant išstumiantį prapūtimą. Didesnis prapūciamų dujų srautas nebūtinai sutrumpina pūtimo laiką.

Pritaikymo pavyzdys

Reikėjo suvirinti cheminių medžiagų talpos vamzdyną, t.y. suvirinti plie-

no 1.4462 vamzdžių žiedines siūles taikant TIG suvirinimą. Buvo pasiūlytas tokis metodas:

Metalas 1.4462 (X2 CrNiMoN 22-5-3). Vamzdžių matmenys $\varnothing 54$ mm x 2 mm. Suvirinimo metodas TIG orbitinis, impulsinė srovė, be pridėtinio metalo. Suvirinimo greitis 4,5 cm/min. impulsų dažnis 2,2 Hz. Bazinė srovė / impulsų srovė - 30 A/60 A.

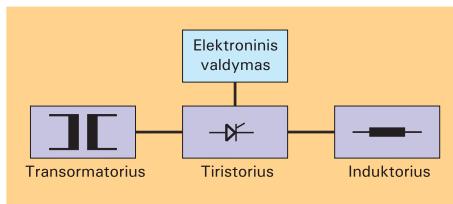
Atliekant pirminius bandymus buvo naudojamos įvairios apsauginės dujos, kurių sudėtyje yra azoto. Buvo tiriamą jų įtaka ferito kiekiui prievirinto metalo sudėtyje. Ferito kiekis buvo matuojamas magnetoindukciniu būdu. Kiekvienu atveju buvo gaunama vidutinė 20-ies matavimų reikšmė. Rezultatai yra apibendrinti 5 pav. Jame aiškiai matyti skirtingo azoto kieko apsauginių dujų sudėtyje poveikis. Didėjant azoto kiekiui, mažėja ferito kiekis prievirintame metale. Šiuo atveju, norint geriau pademonstruoti tendenciją, vidutinis ferito kiekis yra parodytas procentais, nors praktikoje paprastai naudojamas ferito skaičius (FN).

Šiuo atveju būtų rekomenduotina naudoti apsauginių dujų mišinį $Ar+2\%N_2$. Šios apsauginės dujos užtikrina artimą idealiam 50% ferito kiekį siūléje, o elektrodų sąnaudos išlieka normos ribose. Apsieinama be panashiaus atvejais būtinų pridėtinų medžiagų, todėl žymiai sumažėja suvirinimo kaštai.

Nuorodos

1. N.N.: DIN EN 10088 T1 "Nichtrostende Stähle. Teil 1: Verzeichnis der nichtrostenden Stähle", Issue August 1995, Beuth-Verlag, Berlin.
2. N.N.: DIN EN 439 "Schutzgase zum Lichtbogenschweißen und Schneiden", Issue May 1995, Beuth-Verlag, Berlin.
3. N.N.: DVS Leaflet 0937 "Wurzelschutz beim Schutzgasschweißen", DVS-Verlag Düsseldorf, 2001.

MAITINIMO ŠALTINIAI LANKINIAM SUVIRINIMUI



1 pav. Tiristorinių jėgos šaltinį sudaro 3-jų fazinių transformatorius, tiristorinis lygintuvas, elektroninio valymo blokas ir induktorius.

pusperiodyje pereinant nulinę padėti elektros lankas gėsta. Būtinybė vėl uždegti lanką riboja dengtų elektrodų pasirinkimą ir reikalauja pakankamai aukštos tuščios eigos įtampos, mažiausiai 50 V ir didesnės. Tačiau, elektros saugos reikalavimai draudžia naudoti didesnę nei 80 V tuščios eigos įtampą. Įtampos sumažinimo prietaisai apriboja įtampą iki <50 V, kas yra privaloma suvirinant mažose patalpose.

Kintamos srovės privalumai yra sumažėjės magnetinio lanko poveikis ir geras oksidinio sluoksnio suardymas, virinant aliuminij TIG metodu. Kintamos srovės (AC) suvirinimas gali būti gera alternatyva, naudojant tam tikrus glaistytuosius elektrodus, nes užtikrina gerą elektrodų išsilydymą ir mažą dūmų kiekį.

Tradicinės suvirinimo lygintuvas skirtas suvirinimui nuolatinė srove (DC) ir dažniausiai susideda iš didelio 3-jų fazinių transformatoriaus ir lygintuvų bloko. Suvirinimo šaltinai, turintys kietas išorinės charakteristikas, skirti MIG/MAG suvirinimo būdui, dažniausiai leidžia valdyti įtampą. Kaip alternatyvą galima naudoti tiristorinio valymo lygintuvo tiltą.

Nuolatinės srovės trūkumams pašalinti naudojamas įtampa lyginantis induktorius. Šito reikia todėl, kad įtampos lygumas duoda didelį efektą suvirinimo kokybei. Tiristorinis blokas taip pat suteikia galimybę atlikinėti nuotolinį suvirinimo proceso valdymą. Benbras efektyvumas – 70-80%.

Tiristorių suveikimo laikas yra ribojamas elektros dažniu, bet jis yra pakankamai greitas, kad būtų galima valdyti išorinės šaltinio charakteristikas. Tai reiškia, kad charakteristikas galima keisti nuo kietos iki krintančios, tai suteikia galimybę naudoti įvairius suvirinimo metodus.

Suvirinimo lygintuvai paprastai turi induktorių išėjime. Suvirinant MIG būdu svarbu laiku sumažinti srovę, antraip gausime didelį ištaškymą. Tikslas yra išgauti aukštą, pastovų dažnį reikalingą smulkialašiam pernešimui.



2 pav. Invertoriaių jėgos šaltiniai. Kairėje matome mažo ir lengvo aparato pavyzdį. Dešinėje – invertoriaių technologijos MIG įranga.



Suvirinimo invertoriai pasirodė rinkoje antroje aštunto dešimtmečio pusėje. Invertoriaiame šaltinyje 50/60 Hz elektros srovė yra pirma išlygina ma, paskui, naudojant puslaidinin kius, vėl paverčiama į kintamą srovę (AC) daug didesniu dažniu, papras tai 5 - 100 kHz. Ši technologija leidžia sumažinti transformatoriaus ir induktoriaus gabaritus iki labai mažų, palyginus su tais gabaritais, kuriu reikiā 50/60 Hz aparatui. Invertoriais aparatų tampa mažu nešiojamu, kurio efektyvumas yra 80-90%. Be to, didelis darbinis dažnis leidžia aparatą valdyti greičiu, kuris gali būti palyginamas su lašelių pernešimu suvirinimo lanke. Todėl, tokie aparatai veikia puikiai. Palyginus su tradiciniais suvirinimo šaltiniais invertoriai turi tokius privalumus:

- mažas svoris ir gabaritai,
- gera suvirinimo kokybė,
- tas pats šaltinis skirtas keletui suvirinimo metodų
- didelis efektyvumas.

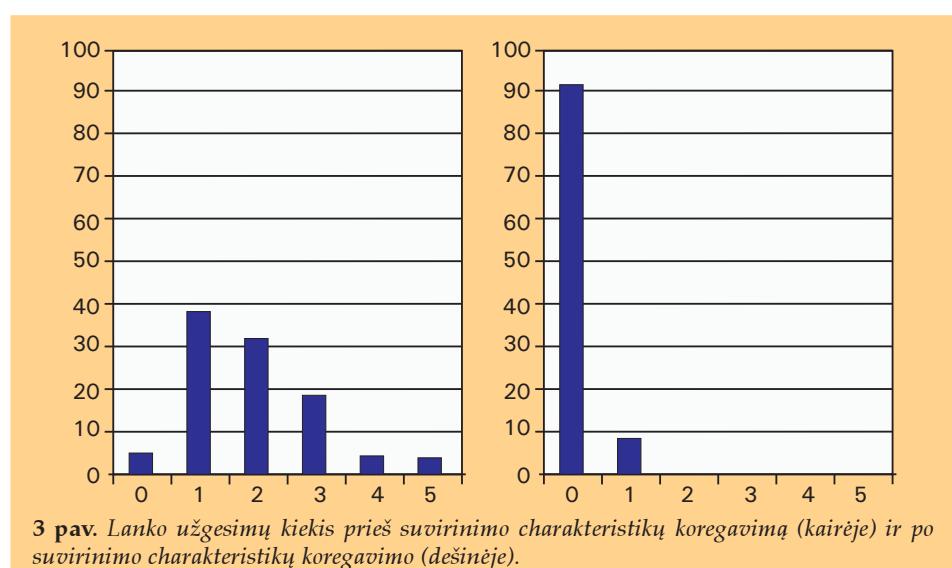
Invertoriaus didžiausias trūkumas yra jautrumas įtampos pokyčiams elektros tinkle.

Kryptys

Jei ankstesnio tipo suvirinimo aparatu charakteristikas apsprendžia aparato konstrukcija ir principinės elektrinės schemas, aparatai gaminami pagal naujausias technologijas yra valdomi elektronikos ir kompiuterių. Didelis reagavimo į duotą komandą greitė suteikia ne tik naujas suvirinimo parametru, bet ir paties proceso valdymo galimybes .

Elektroninis valdymas padidina suvirinimo šaltinio universalumą, t.y. leidžia lengvai prijungti įvairius priedus, reikalingus skirtiniems suvirinimo procesams.

Šalia MIG/MAG proceso aparatas dažniausiai leidžia virinti ir glaistyti siais elektrodais, nekeliant aparato kainos. Tokiu būdu, šiuolaikiški suvirinimo aparatai yra tinkami suvirimo darbams, naudojant keletą suvirinimo būdų.



Suvirinimo defektų galima išvengti naudojant tokias funkcijas, kaip išanksčtinis dujų padavimas, "hot start" (50% didesnė suvirinimo srovė suvirinimo pradžioje per atitinkamai nustatyta laiko tarpą), kraterio užpildymas ir t.t. (5 pav.). Modernūs kokybiški suvirinimo aparatai turi valdymo interfeisą ir leidžia visus parametrus nustatyti kompiuterinės programinės įrangos pagalba.

Patikima suvirinimo pradžia ir geros suvirinimo charakteristikos yra ypač svarbios atveju, kai suvirinama trumpu lanku, turint galvoje skysto metalo lašelių pernešimą į suvirinimo vonią.

Kiekvieno lašelio kritimas yra labai svarbus procesas, nes jis gali turėti įtakos atsiradimui purslų ir jėgų, kurie turi įtakos siūlēs formavimui. Tinkamas šio proceso valdymas leidžia palaikyti didelį ir pastovų trumpų jungimų dažnį, kas salygoja smulkialašių pernešimą su minimaliu ištaškymu. Šios charakteristikos yra ypač svarbios naudojant CO₂ apsaugines dujas.

Impulsinis MIG suvirinimo procesas tapo galimu tik atsiradus suvirinimo aparatams su programiniu valdymu. Srovės dažnis 30-300 Hz leidžia pilnai kontroliuoti metalo pernešimą į suvirinimo lanką. Ši funkcija stipriai pageino aliuminio ir nerūdijančiojo plieno suvirinimo procesą.

Apibūdinimas

Apibūdinant suvirinimo aparatą svarbiausi rodikliai yra srovės bei įtampos diapazonai ir darbinis ciklas. kita informacija apie aparatą yra efektyvumas, galingumas, tuščiosios įtampos įtampa, apsaugos klasė ir kt. IEC/EN 60974-1 standartas apibréžia konstrukcijos įpatumus ir įrangos patikrinimo metodikas, kad garantuoti saugų darbą.

Vardinė srovė yra srovė, kuriai yra suprojektuotas aparatas. Kartais aparato pavadinime yra nurodyta tik vardinė suvirinimo srovė. Bet tokie duomenys gali suklaudinti: visada patartina perskaityti aparato charakteristikas, esančias ant plokštelių, pritvirtintos prie aparato galinės sienelės.

Suvirinimo šaltinių taip pat apibūdina darbo ciklas, kuris nurodo kokią laiko dalį iš 10 minučių aparatas gali nepertraukiamai dirbti tam tikra apkrova. Pavyzdžiui, 400 A prie 35% reiškia, kad suvirinimo šaltinis gali tiekti 400 A be perkaitimo tik 3,5 minutes per kiekvieną 10 minučių periodą.

ESAB Welding Equipment AB S-69581 Laxå Sweden Made in Sweden																	
AristoArc 400																	
3~ IEC/EN 60974-1 EN 60199																	
16A/21V - 400A/36V																	
<table border="1"> <tr> <td>---</td> <td>X</td> <td>35%</td> <td>60%</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>U₀= 78-80V</td> <td>I₂</td> <td>400A</td> <td>320A</td> <td>250A</td> </tr> <tr> <td></td> <td>U₂</td> <td>36V</td> <td>33V</td> <td>30V</td> </tr> </table>		---	X	35%	60%	100%	U ₀ = 78-80V	I ₂	400A	320A	250A		U ₂	36V	33V	30V	
---	X	35%	60%	100%													
U ₀ = 78-80V	I ₂	400A	320A	250A													
	U ₂	36V	33V	30V													
<table border="1"> <tr> <td>3~ U₁ 400V 50-60Hz</td> <td>I_{1max} 38A</td> <td>I_{1eff} 22A</td> </tr> <tr> <td>AF</td> <td>IP 23</td> <td>§</td> </tr> </table>		3~ U₁ 400V 50-60Hz	I_{1max} 38A	I_{1eff} 22A	AF	IP 23	§										
3~ U₁ 400V 50-60Hz	I_{1max} 38A	I_{1eff} 22A															
AF	IP 23	§															

4 pav. Duomenų lentelė.

Suvirinimo šaltinio pasirinkimas

Šiandien galime pasirinkti suvirinimo aparatą ne tik atsižvelgiant į suvirinimo metodą ar vardinę srovę, bet ir suvirinamą objektą.

Nešiojami lengvi aparatai gali idealiai tikt remonto darbams. Tinkamiausias šiam tikslui aparatas būtų – suvirinimo invertorinis šaltinis, kuris yra ypač mobilus, tačiau tinkantis profesionaliam darbui. Darbui su glaistytaisiais elektrodais tereikia diržo, aparato nešiojimui ant peties, o TIG suvirinimui galima naudoti vežimėlį dujų balionui.

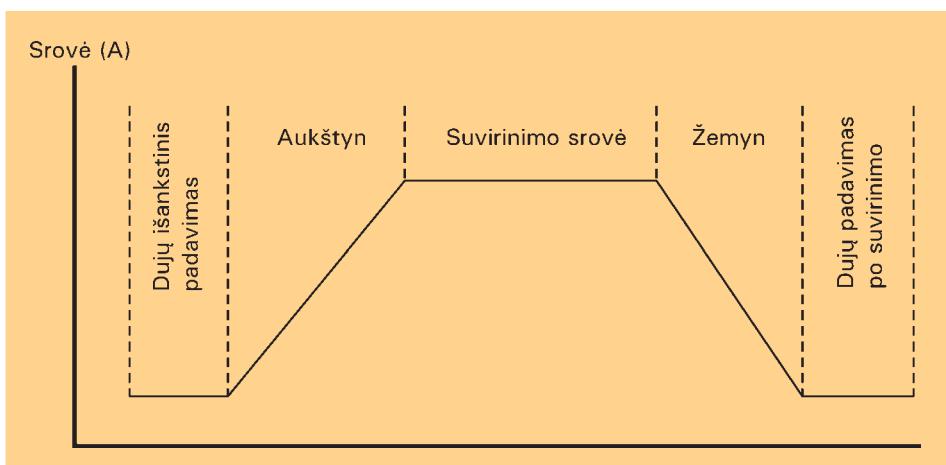
Pigūs, elektriskai saugūs aparatai reikalingi vartotojams, kurie naudoja suvirinimą buitinėse sąlygose. Toks aparatas dažniausiai yra paprastas suvirinimo transformatorius MMA suvirinimui arba vienfazė MIG įranga. Kompaktiniai aparatai su integruotu vielos padavimo mechanizmu yra populiarusias variantas. Šių aparatu darbo ciklas dažnai yra mažas.

Pramonėje naudojami aparatai turi būti tvirti, patikimi ir nesudėtingo valdymo. Dauguma vartotojų mano, jog svarbiausias faktorius yra aparatų našumas. Suvirinama dažniausiai kasdien naudojant tuos pačius paramet-

rus. Populiariausias sprendimas čia yra MIG suvirinimo aparatas su atskiru vielos padavimo mechanizmu. Mažoms suvirinimo srovėms labiausiai tinkta pakopinio srovės keitimo lygtuvai, kai, tuo tarpu, esant didelėms suvirinimo srovėms – dažniausiai naudojami tiristoriniai bepakopio valdymo, vandeniu aušinami suvirinimo šaltiniai. Invertorinis šaltinis, naudojantis mažai energijos ir su puikiomis suvirinimo charakteristikomis gali būti vienas iš optimalių spendimų, nes didelės energijos sąnaudos yra net tik brangu, bet ir nepageidaujamai pakelia temperatūrą patalpose, kuriose vyksta suvirinimas.

Aukštos kokybės suvirinimui skirta įranga turi turėti galimybę valdyti procesus ir būti tinkama nerūdijančiojo plieno, aliuminio ir kitų metalų suvirinimui. Tokie suvirinimo metodai kaip TIG, PAW (plazminis suvirinimas) ar MIG yra plačiai paplitę ir tinkamiausiai jiems yra invertoriniai suvirinimo aparatai. Impulsinio MIG suvirinimo taišymas leidžia pasiekti aukštą nerūdijančiojo plieno ir aliuminio suvirinimo kokybę, o taip pat pašalinti ištaškymą. AC/DC invertoriniai šaltiniai geriausiai tinkta TIG arba aliuminio plazminiam suvirinimui, o taip pat naujam MIG/MAG ir lazeriniam hibridiniam suvirinimui.

Mechanizuotam suvirinimui naudojami suvirinimo šaltiniai dažniausiai dirba esant 100% darbo ciklui. Suvirinimas po flusu (SAW) taip pat reikalauja didelių srovių, tokų kaip 800 - 1600 A. Šiame didelių srovių diapazone naudojami tiristoriniai šaltiniai, skirti nuolatinei ir kintamai srovėms. Robotizuotas MIG arba mechanizuotas TIG suvirinimas dažniausiai atliekamas naudojant MIG invertoriinius šaltinius. Mechanizuotame procese labai svarbus yra grįžtamasis ryšys ir išeinamuju parametru kontrolė.



5 pav. Suvirinant aukštos kokybės TIG būdu dažnai naudojamos papildomos funkcijos, padedančios išvengti defektų suvirinimo pradžioje ir pabaigoje.

NERŪDIJANTYSIS PLIENAS – PRAEITIS, DABARTIS IR ATEITIS

Leif Karlsson, ESAB AB

Didelėje ir nuolatos didėjančioje nerūdijančiojo plieno rūšių šeimoje yra plieno rūšių, kuriose unikalai dera atsparumas korozijai ir tokios savybės, kaip stipris, smūginis tąsumas žemoje temperatūroje, valkšnumas ir plastišumas. Nors nerūdijančiojo plieno yra pagaminama gerokai mažiau, lyginant su paprastu mažaangliu plienu, tai yra ekonomiškai svarbi plieno grupė, kurios gamyba stabilių auga ir atsiranda vis naujos pritaikymo sritys. Šioje apžvalgoje yra pateikta nerūdijančiojo plieno gamybos istorijos santrauka bei aptariami svarbiausi jo suvirinimo aspektai. Straipsnyje yra pateikti pavyzdžiai iš ESAB kompanijos ilgos nerūdijančiojo plieno suvirinimo istorijos, aptariamos šios sritys vystymo kryptys ateityje.

Ižanga

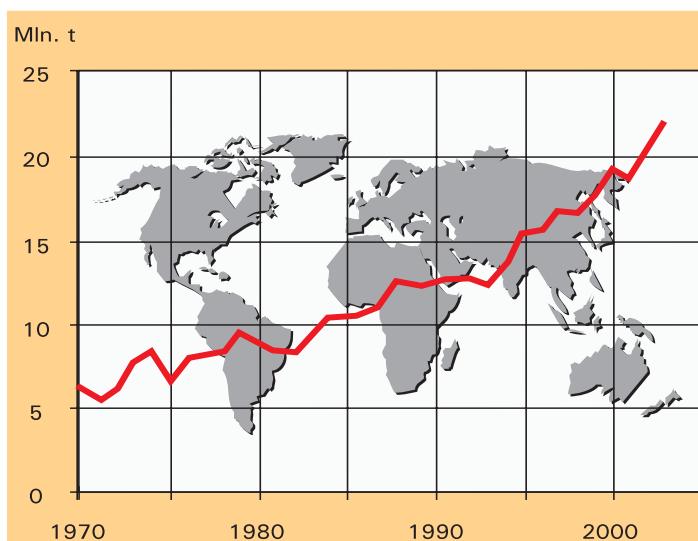
Geležis yra vienas iš labiausiai paplitusių ir vienas iš svarbiausiai metalų, randamų žemėje. Ji yra plačiausiai naudojamų metalų – įvairių geležies ir plieno rūsių pagrindas. Tokį platų šių metalų panaudojimą lemia faktas, kad didelių jų kiekį galima pagaminti sąlyginai pigiai, be to, jų labai įvairios mechaninės savybės – pradedant nedideliu stipriu, bet puikiu elastinguumu bei tąsumu ir baigiant labai dideliu stipriu ir pakankamu elastinguumu.

Problema yra ta, kad mažaanglis ir mažai legiruotasis plienas yra neatsparus korozijai, todėl reikia jį dengti apsauginiu sluoksniu. Daugeliu atvejų yra nepraktiška jį galvanizuoti arba dažyti jo paviršių. Buvo paskaičiuota, kad 2000 m. Jungtinėse Amerikos Valstijose nuostoliai dėl korozijos pramonei ir vyriausybei sudarė 276 milijardus dolerių per metus [1]. Dėl to galima akivaizdžiai pripažinti korozijai atsparaus chrominio nerūdijančiojo plieno privalumus.

Plačiausiai pasaulyje paplitęs plienas yra anglinis ir legiruotas, o brangesnis nerūdijantysis plienas užima mažą, tačiau svarbią nišą. Iš viso pasaulyje pagaminamo plieno apie 2% sudaro nerūdijantysis plienas ir, kaip parodyta 1 pav., jo gamyba kasmet stabiliai didėja 5-8% [2]. Vis didėjantys reikalavimai aplinkosaugai, augantis lengvai perdibamų medžiagų poreikis, svarstymai dėl eksploatavimo išlaidų neleidžia abejoti, kad nerūdijančiojo plieno panaudojimas pastoviai didės.

Atsparumas korozijai

Nerūdijančiojo plieno terminas pirmiausia buvo panaudotas apibūdinant metalą, panaudotą peiliams gaminti. Šis terminas buvo pripažintas kaip bendrinis ir dabar juo apibūdinama daug plieno tipų ir markių, naudojamų korozijai arba oksidacijai atspariems ga-



1 pav. Pasaulinės nerūdijančiojo plieno gamybos mastai (šaltinis: <http://jernkontoret.se>)

miniams gaminti. Standartiniame nerūdijančiajame pliene minimalus chromo kiekis yra 10,5% [3]. Kiti legiravimo elementai, ypatingai nikelis, molibdenas ir azotas yra dedami tam, kad pagerintų jo plastiškumą, stiprių ir tąsumą kriogeninėse temperatūrose.

Nerūdijantysis plienas įgauna atspuramą korozijai dėka natūraliai ant paviršiaus susidarančios „pasyvios“ okido plėvelės, kurioje gausu chromo. Nors ši plėvelė yra ypatingai plona, tik 1-5 nanometrų (t.y. $1-5 \times 10^{-9}$ m) storio, ir yra nematoma, ji vientisa ir yra chemiškai stabili net tokiomis sąlygomis, kai į paviršių prasiskverbtų didelis deguonies kiekis. Dar daugiau, jei deguoñes yra pakankamai, apsauginė oksido plėvelė pati atsistato. T.y., jei plieno paviršiuje yra įbrėžimai, įlenkimai, yra įpjovos, ore esantis deguonis tuo pat susijungia su chromu ir atstatą apsauginį sluoksnį [4-5]. Pvz. metų metus naudojamas nerūdijančiojo plieno peilis gali susidėvėti nuo kasdienio naujodimo ir galandinimo, tačiau vis tiek išlieka nerūdijančiu.

Vis gi negalima tvirtinti, kad nerūdijantysis plienas yra „nesunaikinamas“. Esant tam tikroms sąlygom, gal būti pažeista pasyvioji jo būsena ir dėl

to atsirasti korozija. Todėl yra labai svarbu atsakingai parinkti kiekvienam konkrečiam atvejui tinkančią plieno markę. Būtina atsižvelgti į suvirinimo arba kitokio apdorojimo poveikį atsparumui korozijai.

Istorija

Nerūdijančiojo plieno istorija prasidėjo beveik tuo pačiu metu, kaip ir glaistytų elektrodu, kuriuos praejusio amžiaus pirmą dešimtmetį išrado ESAB jkūrėjas.

Nerūdijantįjį plieną 1913 metais, nepriklausomai vienii nuo kitų, išrado Didžiosios Britanijos ir Vokietijos mokslininkai. Pirmasis tikrai nerūdijantysis plienas buvo išlydytas 1913 m. rugpjūčio 13 d. Šefilde Harry Brearley iniciatyva. Šis pirmasis nerūdijantysis plienas buvo martensitinis su 0,24% anglies ir 12,8% chromo. Tais pačiais metais vokiečiai Strauss ir Maurer eksperimentavo legiruojant plieną nikeliu ir taip sukūré pirmąsias austenitines markes. Beveik tuo pačiu metu amerikietis Dan-sitzen tyrinėjo tokius pat lydinius, kokius ir Bearly, tačiau su mažesniu anglies kiekiu ir išrado feritinį nerūdijantįjį plieną. Šie, prieš pat Pirmajį pasaulyjį karą padaryti išradimai, davė pradžią martensitinei, feritinei ir austenitinei nerūdijančio plieno grupėms [4-5].

Pirmasis dupleksinis nerūdijantysis plienas buvo pagamintas Švedijoje apie 1930 metus popieriaus pramonės reikmėms. Tačiau komercinė dispersiškai sukietinamo nerūdijančiojo plieno markių gamyba prasidėjo tik po Antrojo pasaulinio karo, nes reaktyviniams lėktuvams reikėjo plieno, kuris pasižymėtu geresniu stiprumo ribos ir svorio sandykiu. Tai lėmė dispersiškai sukietinamo plieno markių, pvz. 17:4 PH [6-7] sukūrimą.

Maždaug penktajame praėjusio amžiaus dešimtmetyje buvo išsavinta geležies/chromo ir geležies/chromo/nikelio sistemų metalurgija, o šeštajame dešimtmetyje nerūdijančiojo plieno markės buvo standartizuotos sudarius jų specifikacijas, kurios nuo to laiko mažai keitėsi. Kai šios standartinės markės buvo jau pripažintos, pradėta ieškoti pi- gesnių jų masinės gamybos metodų ir populiarinti nerūdijančiojo plieno panaudojimą. Tolesnis nerūdijančiojo plieno kūrimo šuolis įvyko septinto dešimtmecio pabaigoje, sukūrus argoninių-deguoninių nuanglinimą (AOD). Šios technologijos dėka pavyko pagaminti daug švaresnį plieną su labai mažu anglies kiekiu ir gerai kontroliuojamu azoto kiekiu. Aštuntajame dešimtmetyje sukurtas nepertraukiamas nerūdijančiojo plieno liejimo procesas, kuris sumažino gamybos kaštus ir pagerino jo kokybę.

Aštuntajame dešimtmetyje pradėjus i nerūdijantijų plieną dėti azoto ir sumažinus anglies kiekį, buvo sukurtas dupleksinis nerūdijantysis plienas, kuris yra lengvai suvirinamas. Per paskutinius dvidešimtojo amžiaus dešimtmecius buvo pradėtas kurti „super“ nerūdijantysis plienas. Superferitinės plieno markės mažiau trapios ir turint didelį chromo ir molibdeno kiekį pasižymi didesniu atsparumu korozijai lyginant su standartinėmis feritinėmis markėmis. Nepaisant to, kad šios plieno markės rado tam tikras pritaikymo sritis, jų panaudojimas yra ribotas.

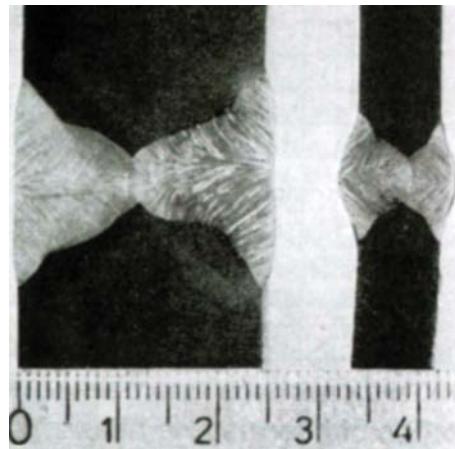
Gausiai legiruotasis superaustenitinis ir superdupleksinis plienas su puikiomis atsparumo korozijai savybėmis, lyginant su feritiniu plienu, yra lengviau apdorojamas ir suvirinamas, todėl randā vis platesnį panaudojimą ir šiuo metu tai yra svarbi pramoninių lydinių grupė. Supermartensitinis plienas yra naujausias nerūdijančiojo plieno grupės narys [8]. Šiame pliene yra ypatingai mažas anglies kiekis (paprastai <0,010%) ir puikus didelio stiprio, atsparumo korozijai ir gero suvirinamumo derinys už konkurencinę kainą. Nors šio plieno platū panaudojimą, kaip dažnai atsitinka su naujomis nerūdijančiojo plieno markėmis, sutrukдė kai kurios nenumatytos korozijos problemos, tai yra labai įdomi medžiaga, kurios panaudojimas atityje turėtų didėti.

Suvirinimas

Nauju plieno markių sukūrimas neišvengiamai atneša naujų problemų juos gaminant ir sujungiant. Tai ypač būdinga suvirinimui, kurio metu rūpestingai plieno gamintojų tobulintas metalo savybes gali iš esmės pakeisti



2 pav. Plienų (18%Cr, 8%Ni ir 0,10%C) tarp-kristalinė korozija terminio poveikio zonoje; bandymai atlikti 1944 m.



3 pav. Du austenitinio nerūdijančiojo plieno (18%Cr ir 8%Ni) 8 mm ir 25 mm storio pavyzdžiai, suvirinti po fliusu. Pavyzdžiai daryti 7-o deš. pradžioje [14].

suvirinimo procesas, kurio metu perlydoma dalis konstrukcijos, todėl neabejotinai egzistuoja nuolatinis poreikis didinti ne tik suvirinimo našumą bet ir tuo pačiu išlaikyti pagrindines metalo savybes.

Nerūdijančiojo plieno suvirinimo istorija iki praėjusio amžiaus šešto dešimtmecio daugiau ar mažiau buvo susijusi su rankiniu suvirinimu glaistytaisiais elektrodais (MMA). Elektrodai nerūdijančiojo plieno suvirinimui buvo senai įtraukti į ESAB suvirinimo medžiagų assortimentą ir pirmajame „Svet-saren“ žurnalo numeryje, išeistame 1936 metais [9], buvo aprašyti ESAB OK R3 (18%Cr 10,5%Ni 1,5%Mo) elektrodų pritaikymo ypatumai.

Didžioji dalis martensitinių, feritininių, austenitininių ir feritinų-austenitininių nerūdijančiojo plieno suvirinimo medžiagų buvo sukurtos daugiau negu prieš penkis dešimtmecius. Tuo metu reikėjo išspręsti bendrą visoms plieno rūšims ir prilydomam metalui būdingą problemą – tai didelis anglies kiekis, kurio dėka išsiskiria chromo karbidai palei grūdelių ribas ir padidina tarpkristalinės korozijos riziką [10] (2 pav.). Šiais laikais, kai buvo sukurtos plieno markės su mažesniu anglies kiekiu, ši problema iškyla retai. Pradinėje nerūdijančiojo plieno tobulinimo stadijoje buvo gerai ištyrinėta ir kita problema – intermetalinių fazų susiformavimo rizika prilydytame metale [11, 12]. Tačiau, jau sukurūs gausiai le-

giruotojo plieno markes, i šią problemą reikia atkreipti dėmesį, kuriant suvirinimo medžiagas ir pasirenkant suvirinimo parametrus.

Rankinis elektrolankinis suvirinimas dominavo devintajame praėjusio amžiaus dešimtmetyje ir vis dar išlieka svarbus nerūdijančiojo plieno suvirinimo metodas [13]. Elektrodinė viela, skirta pusautomatiniam suvirinimui, ESAB suvirinimo medžiagų assortimente atsirado šeštajame dešimtmetyje, o suvirinimui po fliusu reikalingas fliusas, viela ar juostos į assortimentą buvo įtrauktos 7-o deš. pradžioje (3 pav.). Per paskutinius praėjusio amžiaus dešimtmecius svarbia suvirinimo medžiagų grupe tapo miltelinė viela, užtkrinanti didesnį našumą ir lengvesnį lydinių modifikavimą, lyginant su elektrodine suvirinimo viela.

Mechanizacija

Nors atsirado daug naujų lydomojo suvirinimo ir suvirinimo kietoje būsenoje metodų, kurie yra taikomi specifiniais atvejais, bet neatvirado nei vieno metodo, kuris platesniu mastu pakistų tradicinį lydomąjį suvirinimą. Vis dėlto, mechanizacija ir robotai, padidindami suvirinimo proceso našumą ir kokybę, pakeitė požiūrį į suvirinimą.

Pavyzdžiu gali būti Frenšio turbinų suvirinimas hidroelektrinėse. 1957 m. [15] iš 13%Cr turinčio plieno pagamintas 67 t turbinos rotorius buvo surinktas naudojant ESAB OK R6 (17,5%Cr, 11,5%Ni, 2,5%Mo) suvirinimo medžiagas. Sujungimo paviršius buvo apvirintas prieš tai jį pakaitinus iki 250°C temperatūros, o po suvirinimo jis dar buvo termiškai apdorotas esant 680°C temperatūrai. Po to buvo surenkamas rotorius (4 pav.). Sutapatinus jungčių paviršius, kambario temperatūroje buvo atliekamas galutinis suvirinimas: vienu metu skirtingose pusėse dirbo 4-5 suvirintojai, taip sumažindami deformacijos riziką. Galutinis terminis apdorojimas esant 680°C temperatūrai, kad nuimti vidinius įtempius siūlės metale, užtkrino optimalų atsparumą korozijai.

Suvirinimo mechanizacijos tendenciją iliustruoja ir naujesnis Frenšio turbinų rotorų suvirinimas įgyvendinant didžiausios pasaulyje hidroelektrinės užtvankos Kinijoje projektą [16]. Numatoma iš viso sumontuoti 26 Frenšio turbinas, kurių skersmuo 10 m, o svoris 450 tonų. Rotoriai yra pagaminti iš tvirto 410 NiMo martensitinio nerūdijančiojo plieno (13%Cr, 4%Ni, 0,5%Mo) liejinių.

Kaip labiausiai tinkamas metodas prijungti mentes prie vainikėlio ir

rotoriaus apvado buvo pasirinktas suvirinimas po fliusu (SAW) su dviem vielomis (dvigubas lankas). Tokį pasirinkimą lėmė šio proceso našumo ir prilydyto metalo kokybės kriterijai. Tam tikslui buvo sukurtas fliusas OK Flux 10.63, kurį reikia naudoti kartu su atitinkamos sudėties pridėtine viela OK Autrod 16.79. Menčių storis išilgai 4 m ilgio sujungimo kinta, bet dažniausiai jis yra tarp 70 ir 220 mm. Esant tipinei 700-800 A suvirinimo srovei ir 70 cm/min suvirinimo greičiu, kai kurias suvirinimo siūlės reikėjo virinti su 2 kJ/mm įvedamaja šiluma.

Suvirinimo metu labai svarbus faktorius buvo ne tik prilydymo našumas, bet ir galimybė išlaikyti pastovų darbo našumą ir patikimumą. Suvirinimo galutė turėjo tiksliai judėti išilgai maždaug 4 m ilgio siūlės ir atkartojo jos sudėtingą geometriją. Išnaudoti visus mechanizuotu suvirinimo proceso priviliumus ir pasiekti norimą našumą padėjo suvirinimo manipulatoriai su skaitmeniniu valdymu (5 pav.).

Ateities suvirinimo procesai

Nors lazerinis suvirinimas ir elektronpluoštis suvirinimas yra sukurti ir jau kurį laiką naudojami, jie niekada rimtai nepretendavo pakeisti daug patogesnių lydomojo suvirinimo procesų. Šių naujų suvirinimo procesų panaudojimą ribojo ekonominiai faktoriai, dideli reikalavimai sujungimo tikslumui bei kiti faktoriai. Sukūrus trintinį suvirinimą, jis labai greitai buvo panaudotas aliuminio lydiniam suvirinti. Šiuo metodu galima sėkmingai suvirinti ir nerūdijantį plieną [17], tačiau platesniam jo panaudojimui trukdo trumpas įrankių tarnavimo laikas ir suvirinimo greitis.

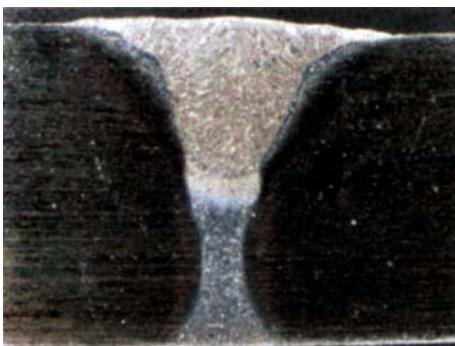
Panašu, kad nesenai sukurtas lazerinis – hibridinis suvirinimas [18] gali išgauti platų pritaikymą. Hibridinėje technikoje suderinta daug geriausių lazerinio suvirinimo savybių, pvz. didelis įvirinimo gylis su galimybe užpildyti likusius tarpus MIG būdu. Suderinus šias savybes, galima didelio našumo suvirinti aukštos kokybės siūlės ir tuo pačiu turėti galimybę naudoti pridėtinę vielą taip kompensuojant metalo trūkumą ir, kai reikia, modifikuoti prilydyto metalo sudėtį. 6 pav. pavaizduotas 11 mm storio dupleksinio plieno lakšto suvirinimas, kurio metu buvo atliktas vienas lazerinis – hibridinis įjimas ir antras MIG įjimas. Buvo pasiekta puikios jungties mechaninės savybės tuo pačiu išlaikant tinkamą fazinę sudėtį prilydytame metale ir terminio poveikio zonoje.



4 pav. Frenso turbinos rotoriaus, sveriančio 67 t, montavimas 1957 m. Sujungimų briau-nų apvirinimui ir galutiniams suvirinimui buvo naudojamas rankinis lankinis suvirinimas ESAB OK R6 elektrodais.



5 pav. Frenso turbinos rotorų mechanizuotas suvirinimas po fliusu Kinijos hidroelektrinėje [16].



6 pav. 11 mm storio 22%Cr dupleksinio nerūdijančiojo plieno lazerinis-hibridinis suvirinimas. Siekiant pagerinti siūlės savybes ir rumbeles profilį, po pirmo atlikto lazeriniu-hibridiniu būdu įjimo buvo atliktas antras įjimas MIG būdu. Taip pat buvo naudojama standartinė 22%Cr 9%Ni 3%Mo (OK Autrod 16.86, Ø 1.0 mm) pridėtinė vielą, kuri užtikrino prilydyto metalo austenitinės struktūros susidarymą.



7 pav. Tipinė mikrostruktūra metalo, prilydyto panaudojant vielą su supermartensitinės struktūros metaliniu užpildu OK Tubrod 15.55 (<0,01% C, 12% Cr, 6,5% Ni, 2,5% Mo).

Suvirinimo medžiagų kūrimas

Suvirinimo medžiagų gamintojai, kurdami naujas medžiagas, turi sekti koja kojon su plieno gamintojais, kuriant suvirinimo medžiagas buvo atlikti žymūs jų patobulinimai, kurie gerina medžiagų suvirinamumą bei reguliuojant priemaišų kiekį siūlėje. Suvirinamumas visada buvo ir ateityje išliks svarbus aspektas, kuriant naujas nerūdijančių plienų markes ir tobulinant jų savybes. Naujos markės plieno potencialaus panaudojimo galimybės yra žymiai mažesnės, jei jo suvirinimas kelia problemų, arba néra tinkamų suvirinimo medžiagų.

Istoriskai ESAB kompanijoje yra tradicija atidžiai sekti plieno pramonės vystymąsi. Dupleksinio nerūdijančiojo plieno suvirinimo medžiagos jau daugelį dešimtmečių yra ESAB asortimente, o 8-ajame ir 9-ajame praėjusio amžiaus dešimtmetyje, paspartėjus dupleksinio plieno kūrimo procesui, kompanija dėjo dideles pastangas šiemis plienams skirtą suvirinimo medžiagų kokybei gerinti [19]. Naujausias pavyzdys, rodantis ESAB ambicijas išlikti nerūdijančiojo plieno suvirinimui skirtą medžiagų kūrimo priešakyje, yra vienos su supermartensitinės struktūros (7 pav.) metaliniu užpildu (OK Tubrod 15.53 ir 15.55) sukurimas [20, 21].

Jau daugiau negu du dešimtmečius vyrauja tendencija gaminti gausiai legirotojo austenitinio ir dupleksinio nerūdijančiojo plieno markes, kurios ypatingais pritaikymo atvejais būtų labiausiai atsparios korozijai.

Dažniausiai Cr- ir Mo-kiekis yra padidinamas, norint padidinti atsparumą korozijai, nors visai nesenai svarbiais legiravimo elementais tapo ir N bei tam tikrais kiekiais W. Žiūrint iš suvirinimo medžiagų pozicijos, išryškėja dvi „senos problemos“: poringumas/azoto praradimas ir intermetalinių fazų išsiskyrimas. Užduotis ateiciai – surasti patikimas suvirinimo medžiagų ir suvirinimo procesų kombinacijas lydiniam su dideliu azoto kiekiu, kurių taikymo rezultate būtų gaunamos neporėtos siūlės su geru atsparumu korozijai ir mechaninėmis savybėmis.

Yra gerai žinomas atvirkštinis efektas, mažinantis nerūdijančiojo plieno atsparumą korozijai – kristalizacijos metu pasireiškianti prilydyto metalo likvacija. Ši reiškinį neutralizuoją gausėsnis legiravimas. Tačiau, didėjant legiravimo medžiagų kiekiui, neįsvengiamai susidaro žalingos fazės, todėl praktikoje yra naudojamos struktūriškai stabilesnės nikelio pagrindu pagamintos suvirinimo medžiagos.

Šiuo metu labai sunku surasti suvirinimo medžiagas, net ir sukurtas nikelio pagrindu, kurios atitiktų ir užtikrintų tokį pat atsparumą korozijai po suvirinimo, kokį turi daugumas gausiai legiruotojo austenitinio plieno markių.

Įdomi lydinių kūrimo kryptis – modernių modeliavimo priemonių pagalba surasti naujus fundamentalių problemų sprendimo būdus. Pavyzdžiui, termodinaminiai skaičiavimai ir eksperimentai parodė, kad yra galimas didesnis legiravimo medžiagų kiekis prikydytame metale nikelio pagrindu, jei naudojamas W ir Mo derinys, o ne kuris nors vienas iš šių elementų atskirai [22]. Ši paaiškinimą iliustruoja 8 pav., kuriame pavaizduota, kad ten, kur tarpdendritinės sritys yra praturtintos Mo, atitinkamai sumažėja W, todėl tolygiai pasiskirto visi legiravimo elementai, pasiekiamas didesnis atsparumas vetinei korozijai, mažesnė intermetalinių fazų susidarymo rizika.

Nerūdijančiojo plieno ateitis

Nerūdijančiojo plieno ateitis be abejonių atrodo šviesi ir perspektyvi. Vis daugiau dėmesio skiriant pastovių konstrukcijų priežiūros kaštų mažinimui, didėjant aplinkosaugos reikalavimams bei susirūpinimui dėl didelių eksploatavimo išlaidų, nerūdijančiojo plieno rinka ir toliau plečiasi. Nepaisant to, alternatyvių medžiagų kaina ir toliau bus svarbus faktorius, lemiantis naujų rinkų paiešką sparčiai besivystančiuose regionuose.

Sunku pasakyti, kurio nerūdijančiojo plieno sukūrimas yra svarbiausias, kadaangi yra įvairios nerūdijančiojo plieno grupės, ir jis taikomas pradedant nuo peilių gamybos ir baigiant potencialiai pavojingomis konstrukcijomis perdirbamajoje pramonėje. Tikėtina, kad šiuolaikinės standartinės nerūdijančiojo plieno markės išliks daugmaž tokios pat, bet bus gaminamos mažesniais kaštais. Mažiau legiruotojo ir pigesnio nerūdijančiojo plieno markių, tokų kaip mažai le-

giruotojo dupleksinio ir 11-13Cr feritino-martensitinio plieno sukūrimas ir vis didėjantis jų panaudojimas ir toliau skatins kainų mažinimą bei naujų pritaikymo sričių, kuriose šiuo metu yra naudojamas mažaanglis plienas, suradiamą. Taip pat yra nuolatos kuriamos naujos specializuotos gausiai legiruotojo plieno markės, atsparios ypatingai agresyviai aplinkai ir aukštai temperatūrai. Taip pat didėja azoto populiarumas, nes jis, ko gero, yra pigiausias iš visų legiravimo elementų. Panašu, kad siekiant pagerinti plieno savybes ir sumažinti legiravimo kaštus, azotas bus vis plačiau panaudojamas ir standartinėse plieno markėse.

Apibendrinant galima padaryti priežiūrą, kad nerūdijančiojo plieno panaudojimas ir toliau sparčiai didės. Egzistuojančios plieno markės ir toliau sudarys pramoninės gamybos pagrindą, bet tuo pačiu atsiras ir patobulintos jų versijos bei nauji lydiniai. Nauji ir jau egzistuojantys suvirinimo procesai taip pat yra nuolatos tobulinami ir galima tikėtis, kad netoliome ateityje lazerinis-hibridinis suvirinimas irgi užkariaus suvirinimo rinką.

Nepaisant to, galima prognozuoti, kad ateityje nerūdijantys plienas ir toliau bus suvirinamas naudojant iprasalus suvirinimo procesus.

Nerūdijančio plieno rūšys

Geležies lydinių atsparumas korozijai pasiekiamas paprasčiausiai pridėjus chromo, nes atitinkamai parinkus ir kitus legiravimo elementus bei jų kiekį, pvz. nikelio ir anglies, galima pagaminoti plienus įvairios mikrostruktūros. Dėl šios priežasties yra gaminama daug nerūdijančiojo plieno markių su įvairiomis mechaninėmis savybėmis ir įvairiu atsparumu korozijai.

Penkios nerūdijančiojo plieno rūšys:

- Feritinio nerūdijančiojo plieno savybės yra panašios į mažaanglio plieno, bet feritinis plienas dėl legiravimo 11-17% chromo yra labiau

atsparus korozijai.

- Martensitinį plieną galima užgrūdinti ir po padaryti atleidimą, panašiai, kaip paprastą anglinį plieną. Martensitinio plieno atsparumas korozijai yra vidutinis, paprastai tame yra 11-13% chromo ir, lyginant su feritinėmis markėmis tame yra didesnis anglies kiekis.

- Dispersiškai sukietai nerūdijantys plienai galima sukietinti termiskai, jų apdrojant. Taip galima išgauti martensitines arba austenitines struktūras.

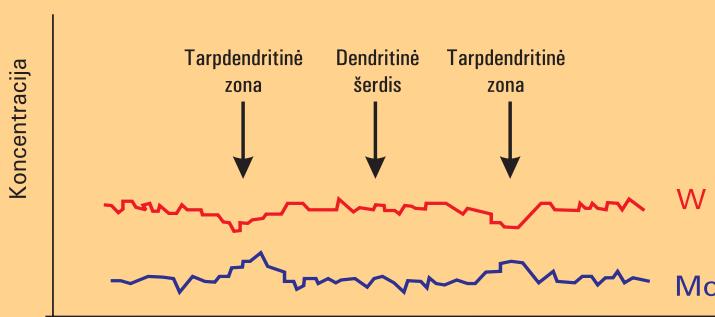
- Dupleksinio (austenitinio-feritino) nerūdijančiojo plieno struktūra yra mišri, susidedanti iš austenito ir ferito, todėl jis ir yra vadinamas "dupleksiui". Dabartinės nerūdijančiojo plieno rūšys yra legiruojamos nikeliu ir azotu. Taip gaunama iš dalies austenitinė kristalinė struktūra ir padidėja plieno atsparumas korozijai. Tokiose plieno rūšyse puikiai dera stipris ir atsparumas korozijai.

- Austenitiniam nerūdijančiam plieniui yra ne mažiau, negu 7% nikelio, kuris ir paverčia plieną austenitinui bei suteikia jam elastinguam ir platų temperatūrinį darbinį intervalą, nemagnetines savybes bei gerą suvirinamumą. Tai plačiausiai naudojama nerūdijančiojo plieno rūšis.

"Superaustenitinio" arba "superdupleksinio" plieno markės yra daug atsparesnės taškinei korozijai ir koroziniam pleišėjimui, lyginant su prarastomis austenitinio arba dupleksinio plieno rūsimis. Šias savybes pagerina chromo, molibdeno ir azoto legiravimo elementai plieno sudėtyje.

Literatūra:

- <http://www.corrosioncost.com>
- <http://jernkontoret.se>
- EN 10 088-1, Stainless steels – Part 1: List of stainless steels
- Stainless steels, Editors P. Lacoste et al, Les Éditions de Physique Les Ulis, 1993
- Introduction of stainless steels, J. Beddoes and J. Gordon Parr, ASM International, 1999
- Duplex stainless steels, R.N. Gunn, Abington Publishing, Cambridge, England, 1997
- Practical guidelines for fabrication of duplex stainless steels, IMOA, London, England, 2001
- Proc. Supermartensitic Stainless Steels 2002, Brussels, Belgium, 3-4 Oct. 2002
- Svetsaren, No. 1, 1936, p. 15
- Svetsaren, No. 1-2, 1944, p. 15
- Svetsaren, No. 3, 1953, p. 33
- Svetsaren, No. 2, 1959, p. 17
- T.G. Gooch, Proc. Int. Conf. stainless steels'84, p. 249
- Svetsaren, No. 1, 1966, p. 2
- Svetsaren, No. 4, 1957, p. 63
- Svetsaren, No. 2, 2002, p. 3
- R.J. Steel et al, Proc. Stainless Steel World 2003 Conf & Expo, Maastricht, The Netherlands, 11-13 Nov. 2003, p. 353
- Svetsaren, No. 2, 2003, p. 22
- Svetsaren, No. 2, 1986
- Svetsaren, No. 3, 1999, p. 3
- Svetsaren, No. 2-3, 2001, p. 42
- M. Thuvander et al, Proc. Stainless Steel World 2003 Conf & Expo, Maastricht, The Netherlands, 11-13 Nov. 2003, p. 258.



8 pav. W ir Mo koncentracijos pokyčiai skersai dendritų prilydytam metale, pagamintame nikelio pagrindu. Tarp dendritų Mo padaugėja, o W sumažėja, todėl lygiau pasiskirsto visi legiravimo elementai ir pasiekiamas geresnis plieno atsparumas korozijai. (Tarpas tarp dendritų apytiksliai 10 µm).

TANDEMINIS MIG/MAG SUVIRINIMAS NAUDOJANT ESAB ĮRANGĄ

Petter Unosson, Håkan Persson
"Esab AB Welding Automation"
Laxå, Švedija

Kai reikalingas greitas, bet kokybiškas suvirinimas - vienas iš sprendimo būdų būtų naudoti labai greitai atsiperkančią Esab Tandem suvirinimo stotį. Stotis gali būti įrengta naudojant tiristorinius arba inverterinius maitinimo šaltinius, tinkančius įvairiomis medžiagomis ir jų storiamis.

Didelis suvirinimo greitis taupo jūsų pinigus

Tandeminis suvirinimo procesas yra 100 % greitesnis nei suvirinimas su viena viela, dėl ko sumažėja vieno suvirinimo metro savikaina (1 pav.). Kaip pavyzdį paimkime gamybininką dirbantį su pusautomatiu aparatū, virinančiu viena viela 120 cm per minutę greičiu. Jo gamybiniai kaštai yra 50 eurų per valandą. Perėjus prie tandemio suvirinimo, kurio greitis 250 cm/min, gamybiniai valandos kaštai (iskaitant investicijas į naują įrangą) gali padidėti iki 171 euro, bet vieno suvirinto metro kaštai bus tokie patys kaip ir dirbant su viena viela. Todėl bendri suvirinimo darbų kaštai bus mažesni naudojant Tandem procesą.

Esab Tandem Mig/Mag galvutė MTT 1200

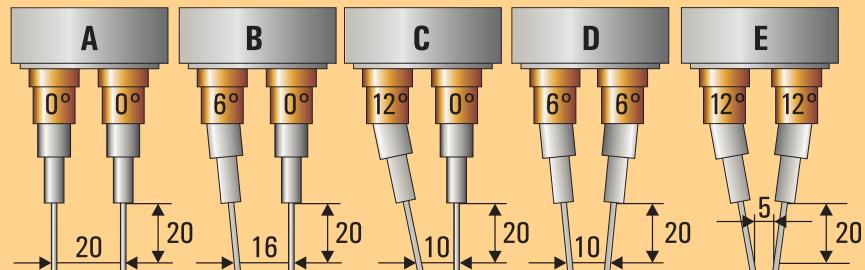
Degiklis kartu su maitinimo šaltiniu sudaro Tandem suvirinimo sistemos širdį. Esab kompanija yra sukūrusi degiklį, kuris leidžia pasirinkti optimalius parametrus įvairių tipų metalo suvirinimui. Šis degiklis skirtas tokio metalo kaip nerūdijantis plienas, aluminis arba paprastas plienas suvirinimui įvairiomis siūlémis. 2 pav. matome įvairias degiklio konfigūracijas:

- Vieno iš dviejų antgalių elektrodių nė vienos iškyša yra reguliuojama, tam



2 lentelė. Esab Mig/Mag Tandem sistemų sudėtis.

Maitinimo šaltinis	LAF arba AristoMig
Padavimo mechanizmas	Tandem padavimo mechanizmas, nuo 1.0 mm iki 1.6 mm skersmens vielai
Tandem degiklis	MTT 1200 (2 x 600 A prie 100% apkrovos)
Proceso valdymas	PEH (LAF šaltiniui) ir Aristo Pendant U8 (AristoMig 450 šaltiniui)
Surinkimas	Visi reikalingi sujungimai ir laikikliai



2 pav. Degiklio konfigūracijos.

kad būtų galima kompensuoti tandemės galvutės pasvirimo kampą, palaike vienodą kontaktinio antgalio at-

stumą įki suvirinamo paviršiaus.

- Kiekvieno kontaktinio antgalio pasvirimo kampas nustatomas individualiai ir, tokiu būdu, yra reguliuojamas atstumas tarp kontaktinių antgalių. Ši funkcija leidžia nustatyti optimalią poziciją, suvirinant visas medžiagas.

• Įvairios tūtos optimizuotos skirtiniams degiklio pasvirimo kampams.

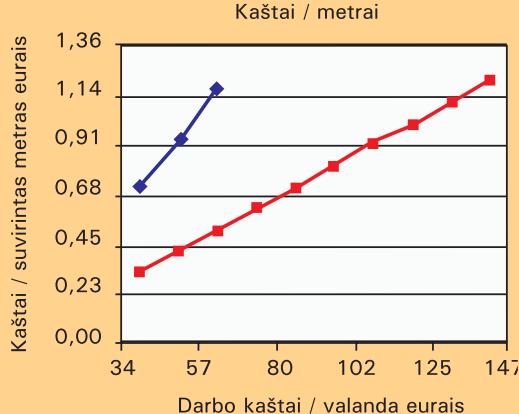
- Dėl didelių suvirinimo srovių degiklis yra aušinamas vandeniu iki pat tūtos.

Du skirtinių Tandem proceso paketai

Esab siūlo du skirtinius Tandem suvirinimo proceso paketus. Skirtumas

1 pav. Suvirinimo viena viela ir tandemu kaštų palyginimas. Medžiagų kainos nėra vienodos, bet diagramoje aiškiai matome skirtumus tarp dviejų technologijų

- Viena viela
- Tandeminis suvirinimas





3 pav. Esab Tandem MAG stotis

yra maitinimo šaltiniuose. LAF paketas sudaro 635 A tiristorinis maitinimo šaltinis, skirtas suvirinimui trumpu lanku. AristoMig 450 sistemos pagrindas yra 450A invertorinis maitinimo šaltinis, suvirinimui trumpu arba impulsiniu elektros lanku. 2-oje lentelėje matyti, kas sudaro pilną paketą.

Pritaikymas ir segmentai

Tandem Mig/Mag suvirinimo naujimas yra labai platus. Iki tam tikro medžiagų storio šis būdas yra ekonomiška alternatyva suvirinimui po fliusu (SAW). Žemiau matome kai kuriuos tipiškus Tandem Mig/Mag naudojimo atvejus. Juos galime sutikti laivų statybos pramonėje, civilinėje statyboje, tiltų, įvairių talpų, kranų gamyboje bei automobilių pramonėje.

Kampinės siūlės



<i>Siūlės dydis</i>	<i>a = 4</i>
<i>Medžiaga</i>	<i>CMn – plienas</i>
<i>Padėtis</i>	<i>PB</i>
<i>Apsauginės dujos</i>	<i>Mison 8</i>
<i>Ivirinimas</i>	<i>3 mm</i>
<i>Greitis</i>	<i>1,8 m/min</i>
<i>Metalo storis</i>	<i>15 mm</i>

Tandem Mig/Mag suvirinimas naujodant vielą OK Autrod 12.51 Ø1.6 mm.

Abipusė kampinė siūlė



<i>Medžiaga</i>	<i>CMn – plienas</i>
<i>Padėtis</i>	<i>PA</i>
<i>Apsauginės dujos</i>	<i>Mison 8</i>
<i>Ivirinimas</i>	<i>visiškas</i>
<i>Greitis</i>	<i>2,2 m/min</i>
<i>Metalo storis</i>	<i>5 mm</i>

Tandem Mig/Mag suvirinimas su miltelinė viela PZ 6105R Ø1.6 mm.

Visiškai įvirinta kampinė siūlė



<i>Medžiaga</i>	<i>CMn – plienas</i>
<i>Padėtis</i>	<i>PA</i>
<i>Apsauginės dujos</i>	<i>Mison 8</i>
<i>Ivirinimas</i>	<i>visiškas</i>
<i>Greitis</i>	<i>2,4 m/min</i>
<i>Metalo storis</i>	<i>5 mm</i>

Tandem Mig/Mag suvirinimas su OK Autrod 12.51 Ø1.2 mm ir OK Tubrod 14.11 milteline viela Ø1.2 mm. OK 12.51 naudojama kaip pagrindinė vie-

la, kuri garantuoja gerą įvirinimą. Ja virinama su didesne srove nei miltelinė viela, kuri duoda gerą siūlės paviršių ir minimalų ištaškymą.

Kampinė vienpusė aliuminio siūlė



<i>Medžiaga</i>	<i>aliuminis</i>
<i>Padėtis</i>	<i>PB</i>
<i>Apsauginės dujos</i>	<i>Argonas</i>
<i>Ivirinimas</i>	<i>2 mm</i>
<i>Greitis</i>	<i>3 m/min</i>
<i>Metalo storis</i>	<i>4 mm</i>

Tandem Mig/Mag suvirinimas su OK Autrod 18.04 Ø1.2 mm.

Dvipusis atramų suvirinimas

Tandem Mig/Mag būdu



Vokietijos laivų statykloje Kvaerner Werft Rostoke dvipusis Tandem MAG suvirinimas buvo atliekamas su OK Tubrod 14.11 viela su metalo miltelių užpildu Ø1.4 mm. Siūlės a = 5 buvo suvirinamos 1.2 m/min greičiu. Suvirinimui šioje laivų statykloje naudojami 4 maitinimo šaltiniai, 4 padavimo mechanizmai ir valdymo blokai.



DAUGIAU INFORMACIJOS APIE SUVIRINIMO ĮRANGĄ TEIRAUKITĖS UAB "SERPANTINAS" FILIALUOSE:

Panevėžys:

Smėlynės g. 112
Tel. (8-45) 59 64 01
Tel./Faks. (8-45) 46 03 57

Vilnius:

Savanorių pr. 174a
Tel. (8-5) 231 18 16
Tel./Faks. (8-5) 231 18 10

Kaunas:

Elektrėnų g. 6
Tel. (8-37) 35 31 21
Tel./Faks. (8-37) 45 29 17

Klaipėda:

Šilutės pl. 51
Tel. (8-46) 34 14 90
Tel./Faks. (8-46) 34 19 69

Šiauliai:

J.Basanavičiaus g. 101a
Tel.(8-41) 44 03 13
Tel./Faks. (8-41) 54 51 56

<http://www.serpantinas.com>

Temperatūros kontrolė naujame Aristo SuperPulse™

Aristo SuperPulse yra dar vienas žingsnis tobulinant impulsinį suvirinimą. Ši funkcija suteikia galimybę kontroliuoti temperatūrą suvirinimo paviršiuje ir todėl praplečia MIG proceso naudojimo galimybes.

Šalia režimo impulsas/impulsas galimi ir kiti režimai:

- Impulsas/trumpas lankas. Šis režimas leidžia suvirinti labai ploną metalą ir efektyviai pakeičia TIG suvirinimo būdą šaknies užvirinimo atveju.

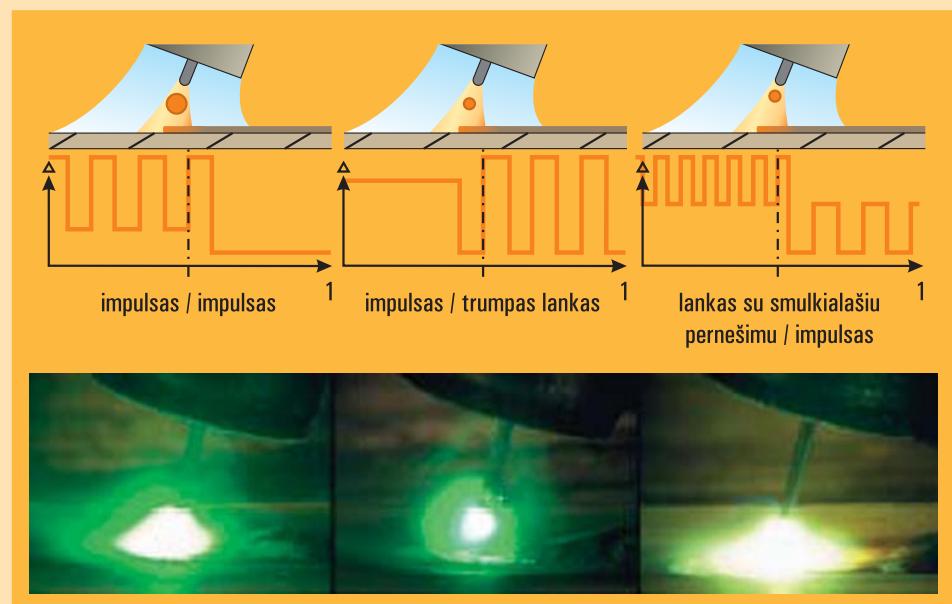
- Lankas su smulkialašiu pernešimu/impulsas. Tai labai efektyvus režimas poziciniams storų medžiagų suvirinimui. Aluminis gali būti suvirinamas vertikalioje aukštinkryptėje padėtyje be zigzagų.

- Labai plonų lakštų MIG suvirinimas.

Aristot SuperPulse privalumai:

- Lengvesnis pozicinis suvirinimas.
- Vienodas įvirinimas.
- Ne toks jautrus nelygumams šaknyje.
- Ne toks jautrus nevienodam šilumos perdavimui.
- TIG suvirinimo išvaizda naudojant MIG būdą.
- Tinka mechanizuotam suvirinimui, pvz. su Railtrac ir Miggytrac.
- Galima naudoti platesnį vielų skersmens spektrą.

Visiškai suk komplektuota Aristo SuperPulse sistema susideda iš AristoMig 500w šaltinio, AristoFeed 30-4w vienos padavimo mechanizmo, PSF 410w suvirinimo rankenos ir AristoPendant U8 valdymo panelės.



Nauji fliusai, skirti suvirinimui ant surūdijusių ir oksiduotų paviršių

OK Flux 10.78 ir OK Flux 10.88 – nauji fliusai toleruojantys rūdis ir oksiduotą paviršių. OK 10.78 yra aglomeruotas, aluminato-bazinis fliuso tipas, o OK 10.88 - aglomeruotas aluminato- rutilo pagrindu. Abu šie fliusai naudojami kartu su vielomis OK Autrod 12.10, 12.20 arba 12.22.

Tačiau, Esab vis tiek rekomenduoja pašalinti kiek galingiau daugiau rūdžių ir nuodegų nuo suvirinamo paviršiaus. Šiuos fliusus reikėtų naudoti tada, kai neįmanoma visiškai nuvalyti suvirinamą paviršių. Fliusus galima įsigyti 15 kg popieriniuose maišuose, 600 kg ir 1000 kg maišuose.

Naujas fliusas, skirtas suvirinti žemoje temperatūroje

OK Flux 10.72 yra naujas aglomeruotas aluminato pagrindu fliusas, kuris skirtas suvirinimui, kuomet reikalaujamas padidintas CVN tvirtumas esant -50°C . Šis fliusas labai gerai perduoda didelę elektros srovę ir tinkta suvirinimui su keliomis vielomis (Tandem, daugialankis). Jis tinkta įvairių storų metalų suvirinimui vienu ir keliais sluoksniais. Netgi siaurose siūlėse šlakas pašalinamas tiesiog puikiai. Šis fliusas yra naudojamas vėjo malūnų, sléginių indų ir kitų konstrukcijų gamyboje.

Klasifikacija:

EN 760 SA AB 1 58 AC
Baziškumo indeksas 1.9

Šlifuoti dar nebuvo taip lengva!

Trečios kartos turbininis variklis ir naujos GTG 21 turbininės šlifavimo mašinėlės savybės užtikrina puikias jos eksploatacines charakteristikas ir dar ilgesnį tarnavimo laiką.

Kompaktiškų gabaritų, mažo svorio ir didelio galingumo dėka galima nesunkiai atlikti net patį sunkiausią šlifavimo darbą.



Kodėl reikėtų rinktis Atlas Copco turbinines šlifavimo mašinėles?

Pastovios darbinės charakteristikos

Turbininis variklis užtikrina maksimalų suspausto oro panaudojimą ir pastovias darbinės charakteristikas. Minimaliai sutrumpėja metalo apdirbimo laikas.

Sklandžiai veikia

Atlas Copco turbininiai varikliai yra be susidévinčių dalių, todėl reikalauja minimalios priežiūros.

Kadangi jų nereikia tepti, néra pavojaus, kad tepalas užterš šlifuojamą paviršių.

Maža vibracija

Darbo metu automatinio balansavimo sistema kompensuoja diskų disbalansą ir iki minimumo sumažina vibraciją.

30% mažesni šlifavimo diskų kaštai

Mažas vibracijos lygis ir optimalus pjovimo greitis užtikrina 20-30% mažesnį šlifavimo diskų sunaudojimą.

Mažas GTG 21 šlifavimo mašinėlės galvutės aukštis, todėl galima nesunkiai pasiekti šlifavimo vietą ir gerai ją matyti.



Didelis GTG 21 šlifavimo mašinėlės galingumas lyginant su jos svoriu užtikrina išskirtinai didelį pašalinamų medžiagos kiekį. Tai iki minimumo sumažina šlifavimo laiką ir leidžia pasiekti aukštostos kokybės galutinį rezultatą.

Lengva GTG 21 šlifavimo mašinėlės konstrukcija, todėl operatorius mažiau pavargsta šlifuodamas iškėlęs virš galvos rankas.



- Kad užfiksotumėte veleną, pastumkite svirtį į priekį, kad sureguliuotumėte diskų apsaugą, pastumkite svirtį atgal.



- Vienu raktu galima prisukti diskų veržlę ir reguliuoti atraminę rankeną.



- Saugiam darbui užtikrinti komplektuojamos dviejų tipų diskų veržlės: mažesnio skersmens – šlifavimo, didesnio – pjovimo diskams.



Lietuvoje informacijos apie "ATLAS COPCO" įrankius teiraukitės:

UAB "SERPANTINAS" atsakingo vadybininko
tel.: (8-45) 508185, (8-612) 85704
arba įmonės filialuose (žr. 22 psl.).

SERVISO TARNYBOS TEL.: (8-45) 596393, (8-683) 98001.