

Denumirea proiectului: **Creșterea securității în alimentarea cu gaz la magistralele transeuropene**

Denumirea proiectului (En): **Security increase of gas supplying through trans-european pipelines**

Cod proiect: **PN-II-PT-PCCA-2011-3.1-1057**

Acronim: **GAZODUCT**

Contract: **27 / 2012**

Autoritatea contractantă: **Unitatea Executivă pentru Finanțarea Învățământului Superior, a Cercetării, Dezvoltării și Inovării - UEFISCDI**

Coordonator: **Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați**

CREȘTEREA SECURITĂȚII ÎN ALIMENTAREA CU GAZ LA MAGISTRALELE TRANSEUROPENE

GAZODUCT

ETAPA IV: CONCEPEREA UNEI INSTALAȚII ORIGINALE PENTRU SUDAREA MULTIARC, MULTIPROCES

RAPORT DE CERCETARE

CONSORTIU:

Coordonator: Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați

Partener P1: Universitatea "Ovidius" din Constanța

Partener P2: Asociația de Sudură din România

Decembrie 2014 - Galați

În cadrul etapei IV/2014 cercetările s-au derulat în conformitate cu planul de realizare al proiectului, care a inclus următoarele activități:

- Activitatea IV.1 – Dezvoltarea unui prototip de instalație de sudare multiarc, multiproces;
- Activitatea IV.2 – Experimentarea tehnologiei de sudare;
- Activitatea IV.3 – Activități suport.

A fost realizată o instalație de sudare sub strat de flux multiarc & multisârmă, montată în Hala de Sisteme și Tehnologii de Sudare din cadrul Facultății de Inginerie – Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați, care poate lucra în variantele de sudare sub strat de flux (SF) monoarc, multiarc & multisârmă, cu sau fără sârmă rece. Sistemul de sudare asigură obținerea unor valori mari ale ratei de depunere și, prin urmare, productivitate și eficiență economică mari pentru procesul de sudare, fiind utilă la sudarea tablelor de grosimi de mari, pentru realizarea îmbinărilor sudate longitudinale, des întâlnite la fabricarea conductelor magistrale de transport gaz, construcțiilor navale, structurilor off-shore etc. Sistemul de sudare permite introducerea în proces, printr-un cap separat, a unei sârme auxiliare reci, izolate electric, cu efecte benefice asupra reducerii efectului de supraîncălzire a băii de sudură și ZIT-ului și creșterii productivității procesului de sudare. Pe de altă parte, introducerea unui material de adaos suplimentar face posibilă creșterea vitezei de sudare, care determină reducerea energiei liniare, și mai departe minimizarea modificărilor mecano-metalurgice generate în sudură și în zona de influență termomecanică (ZIT), în final, obținându-se îmbinări sudate de calitate, sigure și durabile. În figurile 1...6 sunt prezentate schemele de principiu ale variantelor de sudare sub strat de flux, mono & multiarc, multisârmă, cu sau fără sârmă rece.

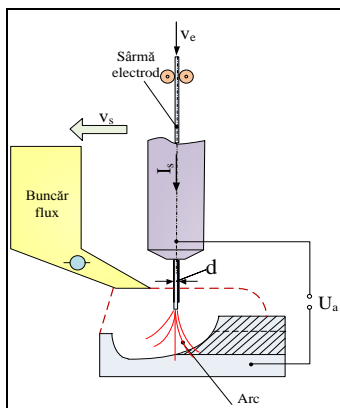


Fig. 1. Sudarea SF cu o sârmă electrod

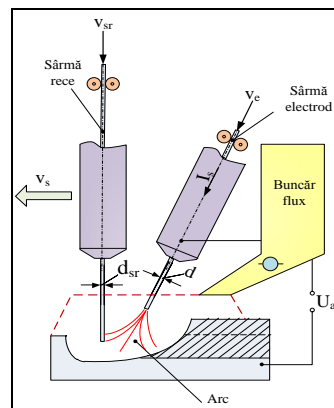


Fig. 2. Sudarea SF cu o sârmă electrod și o sârmă rece

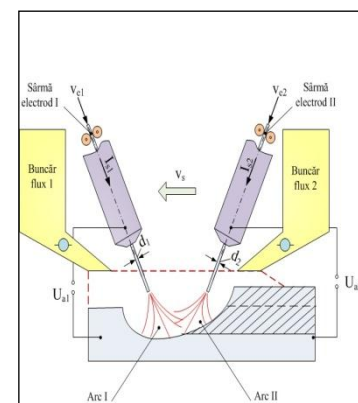


Fig. 3. Sudarea SF în tandem cu două sârme electrod

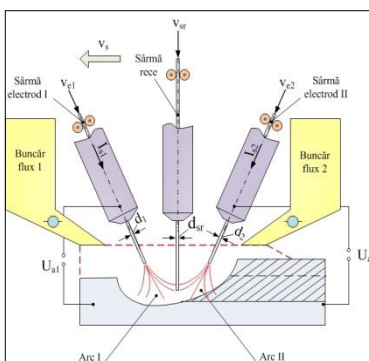


Fig. 4. Sudarea SF în tandem cu două sârme electrod și sârmă rece

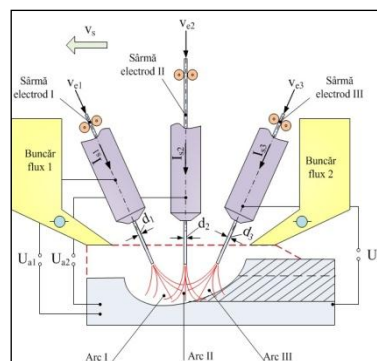


Fig. 5. Sudarea SF în tandem cu trei sârme electrod

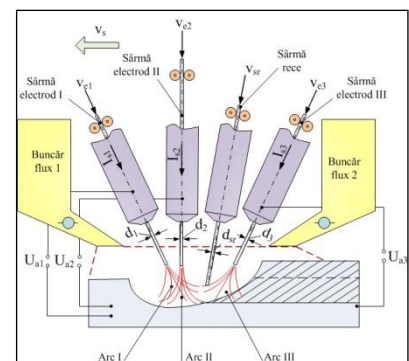


Fig. 6. Sudarea SF cu trei sârme electrod și o sârmă rece

În comparație cu sudarea SF clasică cu un singur arc electric, sudarea sub strat de flux multiarc (SF-MULTI-A) are o serie de avantaje:

- creșterea gradului de ionizare în coloana arcului care conduce la creșterea stabilității arcului electric;
- creșterea substanțială a ratei de depunere care conduce la creșterea productivității și eficienței economice a procesului de sudare;
- degazeificarea semnificativă a băii de metal topit, datorită fluidității și suprafeței de eliberare mai mari a băii;
- alierea băii/băilor de metal topit prin utilizarea, în aceeași baie sau în băi diferite, a sârmelor electrod cu grade de aliere și geometrii diferite;
- utilizarea fluxurilor de sudare obținute prin amestecul de fluxuri diferite, din punct de vedere al compoziției chimice, dar și a modului de fabricație (fluxuri topite, ceramice, sinterizate și amestecate);
- posibilitatea adăugării sârmelor reci cu toate avantajele descrise în capitolul anterior;
- omogenizarea/diversificarea chimică a băii de sudură, respectiv a cordonului de sudură, prin aplicarea variantei de sudare SF multisârmă (SF-MULTI-S);
- autotratament termic, în special la sudarea SF-MULTI-A în băi de sudură separate.

Cercetările echipei de implementare s-au concentrat și asupra dezvoltării unui concept nou de instalație de sudare, denumit *instalație de sudare multiarc & multiproces*. O astfel de instalație de sudare ar conduce la obținerea, simultană, a creșterii productivității procesului de sudare și îmbunătățirea proprietăților mecano-metalurgice ale îmbinărilor sudate, prin combinarea avantajelor oferite de diferite procese de sudare. Versatilitatea unui astfel de sistem de sudare ar permite sudarea multiproces în diferite combinații, cum ar fi SF & MIG-MAG, Laser & MIG-MAG (Laser hibrid). Pentru varianta de sudare dorită se configurează lanțul de sănii conduse, amovibile și specializate pe proces.

În cadrul acestei etape au fost elaborate tehnologii de sudare, cu caracter inovativ sau original, pentru sudarea oțelului pentru conducte magistrale X70, pentru variantele procesului de sudare sub strat de flux monoarc/multiarc, multisârmă, cu sau fără sârmă rece.

A fost dezvoltat un program experimental complex, în cadrul căruia s-au derulat numeroase teste experimentale care au condus, în final, la realizarea probelor sudate, prin aplicarea specificațiilor de sudare, elaborate conform recomandărilor *International Institute of Welding - IIW* (Institutul Internațional de Sudare) și *European Welding Federation - EWF* (Federația Europeană de Sudare), pentru variantele procesului de sudare monoarc, multiarc & multisârmă, cu sau fără sârmă rece. Probele sudate din table de oțel pentru conducte magistrale X70, au fost supuse controlului NDT (vizual, dimensional, cu lichide penetrante, magnetic, cu ultrasunete, cu radiații gamma), pentru a se stabili viabilitatea tehnologiei de sudare și prezența posibilelor defecte în îmbinările sudate. Rezultatele controlului NDT au arătat că toate probele sudate sunt fără defecte, ceea ce înseamnă că niciuna dintre variantele de sudare sub strat de flux nu va fi eliminată din investigațiile viitoare. Prin urmare, pentru stabilirea tehnologiei optime de sudare, se impune investigarea comportării mecano-metalurgice a îmbinărilor sudate din oțel X70 și evaluarea, prin metode de testare distructive, a efectelor produse de procesul de sudare în materialul de bază (Etapa V - 2015).

Programul de diseminare și valorificare a rezultatelor investigațiilor a fost stabilit, în consens, de partenerii din consorțiu și urmărește asigurarea unei vizibilități maxime a cercetărilor derulate cu sprijinul ANCS, CNDI – UEFISCDI, proiect nr. PNII-PT-PCCA-2011-3.1-1057 prin programul *Parteneriate în domenii prioritare – PN II*, cu respectarea reglementărilor legale în vigoare. Programul este coordonat de Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați cu sprijinul Universității „Ovidius” din Constanța și partenerului ASR (organizație profesional-științifică) cu experiență deosebită în domeniu și cu legături puternice cu mediile academic și industrial. În cadrul etapei a-IV-a au fost organizate întâlniri de lucru la Galați (27-

28.02.2014), la Sibiu (10.04.2014) și Craiova (23.10.2014), cu ocazia evenimentelor științifice la care au participat membrii echipei de implementare. De asemenea, fost organizat, de către coordonator, workshopul *Realizări și perspective în dezvoltarea procesului de sudare sub strat de flux multiarc*, 27-28 Februarie 2014, Galați, la care au participat membrii echipei de implementare, dar și reprezentanți ai companiilor industriale, interesați de stadiul cercetărilor în domeniul sudării SF multiarc & multisârmă. Au fost prezentate stadiul de implementare al proiectului, realizările și perspectivele în dezvoltarea procesului de sudare SF multiarc, rezultatele cercetărilor teoretice și experimentale obținute în perioada de derulare, 2012-2014, a proiectului. De asemenea, s-au organizat demonstrații practice cu sistemul de sudare, în varianta dezvoltată până la momentul organizării workshop-ului. Au fost publicate 9 articole științifice în reviste indexate BDI (1) și în volumele conferințelor internaționale indexate ISI Web of Knowledge (3), BDI (1) și volumele conferințelor naționale (4). Au fost prezentate rezultatele cercetărilor teoretice și experimentale la manifestări organizate în țară: Salonul *Research and Innovation Exhibition UGAL INVENT* (3) și la Workshop-ul *Realizări și perspective în dezvoltarea procesului de sudare sub strat de flux multiarc* (3). De asemenea, rezultatele obținute în procesul de diseminare au fost încărcate pe site-ul proiectului GAZODUCT, realizat în limbile română și engleză:

<http://www.if.ugal.ro/gazoduct>

<http://www.if.ugal.ro/gazoduct/en.html>

Direcții viitoare de cercetare

Etapa V/2015: Validarea și optimizarea tehnologiilor de sudare inovative multiarc

- investigarea comportării mecano-metalurgice a îmbinărilor sudate din oțeluri pentru conducte magistrale, X70, realizate prin aplicarea variantelor de sudare SF monoarc, multiarc & multisârmă, cu sau fără sârmă rece, prin aplicarea specificațiilor de sudare (*Welding Procedure Specification - WPS*) elaborate în această etapă;
- testarea prin metode distructive (încercare la tracțiune, reziliență, duritate, analiză macro și microstructurală) a îmbinărilor sudate din oțeluri pentru conducte magistrale, X70, realizate prin variantele de sudare SF monoarc, multiarc & multisârmă, cu sau fără sârmă rece;
- analiza comparativă și interpretarea efectelor (modificărilor) mecanice și metalurgice produse de procesul de sudare sub strat de flux în variantele de sudare SF monoarc, multiarc & multisârmă, cu sau fără sârmă rece, în îmbinările sudate din oțeluri pentru conducte magistrale, X70;
- optimizarea tehnologiilor de sudare sub strat de flux prin prisma minimizării efectelor mecanice și metalurgice produse de procesul de sudare sub strat de flux în variantele de sudare SF monoarc, multiarc & multisârmă, cu sau fără sârmă rece, în îmbinările sudate din oțeluri pentru conducte magistrale, X70;
- stabilirea variantei optime de sudare sub strat de flux care asigură îmbinări sudate de calitate, sigure și durabile în exploatarea conductelor magistrale de transport gaz.