

## CONTRIBUȚII ROMÂNEȘTI PRIVIND TĂIEREA ȘI SUDAREA ELECTRICĂ SUB APĂ

*Dumitru Dorogan*

Institutul Român de Cercetări Marine - Constanța

Sculele de tăiere și de sudare electrică au fost modificate în scopul utilizării lor de către scafandrier, pentru a îndeplini cerințele legate de operațiunile de salvare a vaselor scufundate.

În ultimul timp, un interes sporit s-a manifestat pentru salvarea și repararea platformelor marine de foraj petrolier precum și amplasarea și repararea conductelor petroliere submarine.

Boom-ul petrolului a atras după sine dezvoltarea spectaculoasă a pătrunderii și lucrului omului sub apă și deci a unor unelte eficiente în mîna scafandrierului. Nu se poate de asemenea neglija utilizarea sudării și tăierii electrice sub apă în activitatea de întreținere a barajelor hidroenergetice, a docurilor, a podurilor și a altor structuri cu elemente subacvatice.

Tăierea și sudarea electrică sub apă se bazează în general pe tehnologiile folosite în aer cu adaptări speciale pentru mediul subacvatic (2, 4).

Analizîndu-se echipamentul tăierii și sudării electrice sub apă existent în prezent pe plan mondial (2, 3, 4, 5, 6, 8),

ne-am propus realizarea unui echipament propriu și îmbunătățirea portelectrodului.

In acest sens se va prezenta în cadrul celor două operații, de sudare și tăiere, realizările obținute.

#### TAIEREA ELECTRICA SUB APA

Metalele pot fi tăiate electric sub apă în general prin două metode: arc-oxigen și metal-arc, aceasta din urmă fiind mai degrabă o operațiune de topire decât de ardere, neoxidând metalul și la care căldura necesară este dată de un arc electric pînă ce metalul este topit. Tăierea constă din mișcarea sursei de căldură de-a lungul liniei dorite.

Metoda arc-oxigen este metoda cea mai răspîdită folosită în lucrul sub apă. Este cea mai rapidă și nu necesită gaze combustibile. În plus, nu este necesar un timp de preîncălzire și permite a se tăia orice tip și grosime de metal. Tehnologia este de asemeni simplă, singurul dezavantaj fiind necesitatea ca scafandrierul să oprească lucrul periodic pentru a schimba electrodul consumat.

În tăierea arc-oxigen preîncălzirea metalului este realizată de un arc electric menținut între materialul de tăiat și electrod. Deoarece căldura degajată de arc este foarte mare, preîncălzirea este practic instantanee. De aceea, cînd arcul este stabilizat, un jet de oxigen cu viteză mare este dirijat în punctul preîncălzit și apare oxidarea metalului, jetul îndepărtînd produsele de ardere.

Deplasînd electrodul de-a lungul liniei de tăiere în timp ce arcul este menținut continuu, are loc arderea și îndepărtarea metalului ars (4).

Echipamentul cerut pentru tăierea arc-oxigen cuprinde o sursă de curent electric, cabluri corespunzătoare bine izolate, o sursă de oxigen, furtunuri de oxigen și un portelectrod confecționat conform normelor de protecție.

Instalațiile cu care se lucrează în prezent (3, 4) cuprind surse electrice special confecționate sau convertizoare obișnuite (5).

Portelectrozii existenți cu o utilizare mai largă (4, 5).

6) nu asigură etanșeitatea circuitului de oxigen pînă la electrod, fapt ce împiedică vizibilitatea scafandrului în timpul lucrului, sau, nu au prevăzut dispozitivul antideflagrant.

Tehnologia și instalația utilizate de noi în cadrul Institutului Român de Cercetări Marine-Constanța și cu aprijinul Institutului de sudură și încercări de materiale Timișoara, pot fi sintetizate astfel:

- Sursa electrică adaptată pentru tăierea arc-oxigen este un convertizor de sudare de c.c. tip c.s.5 (I.M.E. București - 500 A, tensiunea de amorsare 70 V, tensiunea efectivă de lucru 30-40 V) care s-a protejat și s-a etanșat pentru condițiile marine. De asemeni, convertizorul s-a prevăzut cu un întrerupător de siguranță pe nul pentru a se putea întrerupe de urgență circuitul în cazul schimbării electrozilor, sau în caz de întrerupere a legăturii telefonice cu scafandrierul sudor.

- Cablul de sudură este un cablu protejat, flexibil și cu secțiunea de 25 mm<sup>2</sup>.

- În 1976 ca electrozi de referință cu care s-a verificat instalația și portelectrodul, s-au folosit electrozi tubulari ARCAIR S.U.A. În 1978 s-au folosit cu rezultate bune electrozi tubulari din grafit, metalizați cu cupru în exterior și hidrozolați cu lac de bachelită, realizați în faza de laborator pilot prin cooperare, de către Carbochim Cluj și Institutul de sudură și încercări de materiale-Timișoara, avînd următoarele caracteristici:

- diametrul exterior 10 mm;
- diametrul interior 1,6 mm;
- lungimea 300 mm;
- greutatea 40 gr.

Preocupările noastre s-au caracterizat în special în realizarea și încercarea cu succes a portelectrodului.

Portelectrodul realizat la Institutul Român de Cercetări Marine - Constanța (7) s-a căutat să fie protejat electric, etanș și ergonomic. De asemeni este ușor de construit și simplu ca întreținere.

Portelectrodul (Fig. 1) este confecționat după cum urmează: carcasa cu miner (2) a fost realizată prin frezare din PVC. În carcasă se introduce corpul conductor propriu-zis din cupru (4), izolat într-un tub din fibre de sticlă (3). La un capăt

corpul conductor prezintă bucușă de strângere (7) și mandrina (6) în care se fixează electrodul (5), iar la celălalt capăt se va conecta polul negativ al sursei de c.c. printr-un cablu electric (14).

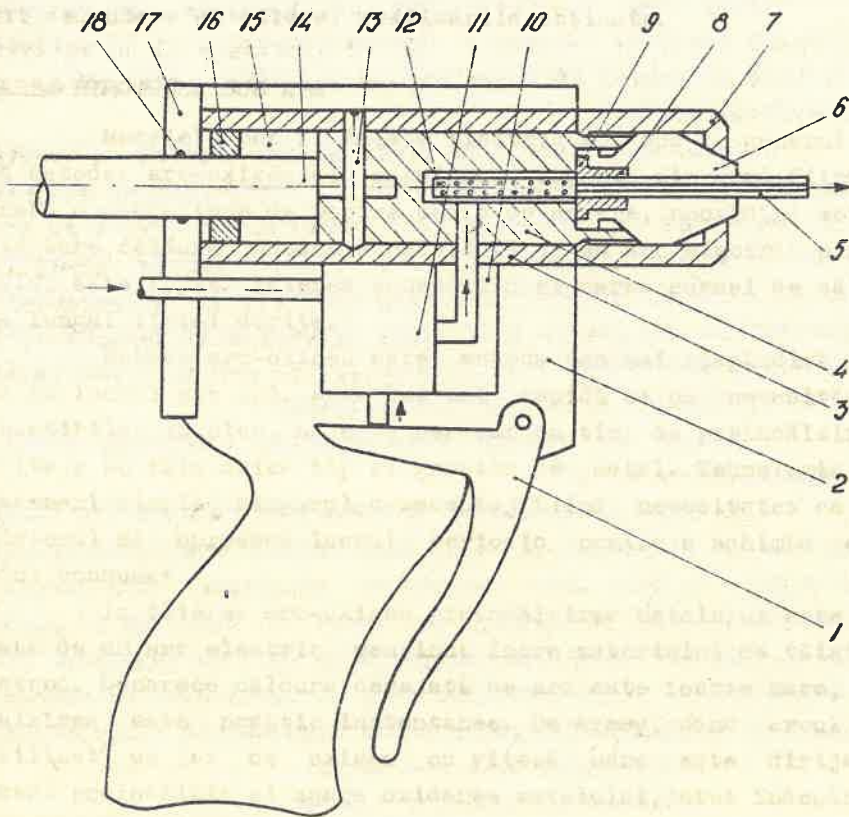


Fig. 1 - Secțiune transversală prin portelectrodul de tăiere și sudare sub apă.

- |                                 |                       |
|---------------------------------|-----------------------|
| 1. Clapet oxigen                | 10. Cot teflon        |
| 2. Carcasă cu mâner             | 11. Robinet oxigen    |
| 3. Tub izolator                 | 12. Cartuș deflagrant |
| 4. Corpul conductor propriu-zis | 13. Bolt              |
| 5. Electrode                    | 14. Cablu electric    |
| 6. Mandrina                     | 15. Garnitură         |
| 7. Bucșă de strângere           | 16. Bucșă             |
| 8. Garnitură teflon             | 17. Capac             |
| 9. Proeminență                  | 18. Inel - O -        |

În interior corpul propriu-zis din cupru este prevăzut cu un dispozitiv de oprire a întoarcerii flăcării (deflagrant) format dintr-un cartuş perforat cu o sită de monel în interior (12). Alimentarea cu oxigen se face de la o butelie prevăzută cu reductor de presiune, printr-un furtun ce este legat la ştuţul robinetului (11), încorporat în carcasa din PVC a electrodului. Oxigenul trece printr-un cot de teflon (10), ce izolează perfect robinetul, apoi în corpul propriu-zis în care oxigenul pătrunde prin sita de monel şi în final printr-un orificiu centrat spre mandrină şi deci prin tija electrodului de tăiere. Întreg acest circuit al oxigenului pînă la ieşirea din electrod este etanş.

Electrozii de tăiere (5) sînt prinşi în mandrina (6) care are la bază o piesă de teflon (8) ce etanşează eventualele scăpări de oxigen ce ar îngreuna vizibilitatea scafandrului, prin presarea ei pe proeminenţă (9).

Cablul de alimentare cu curent electric la intrarea în portelectrod este etanşat prin inelul -O- (18) şi de bucaşa preşetupă (16) care presează cauciucul natural (15) ce se vulcanizează ulterior pe cablu. Atît cablul electric cît şi furtunul de oxigen nu incomodează manipularea portelectrodului, racordîndu-se de acesta prin căpacul din spate (17).

Portelectrodul corespunde pe deplin la toate cerinţele actuale de protecţie a muncii privind tăierea electrică sub apă.

Pe baza datelor din literatură (5, 6) şi a rezultatelor obţinute de noi se pot da unele recomandări referitoare la tehnologia de tăiere electrică sub apă şi anume:

- electrodul trebuie să fie ţinut perpendicular pe suprafaţa de lucru la începutul operaţiunii;

- la tăierea fontei şi aliajelor neferoase mai groase de 6 mm metoda de "plîmbat" electrodul nu poate fi utilizată;

Procesul de tăiere este în esenţă unul de topire cu oxigenul înlocuit cu un jet de aer ce suflă metalul topit şi prin urmare, în acest caz este nevoie de un curent de 500 A pentru a topi metalul;

- determinarea polarităţii atunci cînd nu e marcată pe generator se face prin metoda obişnuită (observarea bulelor ce se degajă din electrod la polaritate directă;

- la tăierea conductelor se va ține seama că trebuie să existe aerisire, pentru a nu permite acumulări de oxigen ce ar putea genera explozii.

#### SUDAREA ELECTRICA SUB APA

O sudură efectuată sub apă reprezintă aproape 80% din rezistența și 50% din ductibilitatea unei suduri efectuate în aer la o placă de oțel moale, deci pentru o sudură de calitate singura soluție rămâne sudarea în mediu hiperbar.

Singura metodă de sudare în apă cu o largă utilizare în prezent este cea metal-arc, electrozii folosiți fiind aceiași ca și cei de pe uscat, acoperiți însă cu un strat hidroizolant (primii electrozi pentru hidroizolare erau introduși într-o soluție de celuloză dizolvată în acetonă).

Ne-am propus ca în cadrul echipamentului de sudare care cuprinde aceleași elemente ca și cel de tăiere sub apă să realizăm electrozi de sudare.

Electrozii experimentali elaborați prin colaborare cu Institutul de sudură și încercări de materiale Timișoara sînt:

- electrozi cu pulbere de fier;
- electrozi austenitici de tip 25 Cr - 20 Ni.

Ambele tipuri sînt hidroizolate cu mai multe straturi de lac bachelitic. Electrozii s-au comportat corespunzător asigurîndu-se o bună depunere a metalului și caracteristici mecanice acceptabile ale îmbinării.

Din experimentările și verificările obținute, sau semnalate de literatura de specialitate (2, 6), se pot desprinde următoarele observații:

- La sudarea electrică sub apă electrodul se ține înclinat față de piesă cu un unghi de  $30^\circ$ .

- Un factor important ce apare la sudarea electrică sub apă este ritmul ridicat de răcire ce duce la apariția fisurilor. Deși rezistența crește cu răcirea, tipul de structură martensitică format este foarte casant.

- Porozitatea sudurii sub apă se datorează frînării acțiunii dinamice prin răcire. În plus, apar probleme galvanice de coroziune.

- folosirea portelectrodului fără cartuşul deflagrant poate fi periculoasă;
- scafandrierul va folosi filtre adecvate pentru protecţia ochilor;
- instalaţia trebuie să fie prevăzută cu un întrerupător de siguranţă pe mal pentru conectarea şi deconectarea rapidă a circuitului.

## ROMANIAN CONTRIBUTIONS CONCERNING UNDERWATER CUTTING AND WELDING

### Summary

Very little effort has been directed toward developing processes and techniques for underwater welding and cutting. The extent of underwater fabrication operations in the past has been too limited to justify large outlays of research funds in the face of little, if any, economic return. However, the motivation now has appeared in the form of very high costs of underwater construction and repair increase in offshore activity. As a result a new technology and a new equipment, required by the industry has been developed - underwater cutting and welding. The underwater welding and cutting technique is basically unchanged after 20 years. An improvement has been done by us in electrode holder to minimize the electric shock, to be very comfortable in handling and to prevent the loss of the oxygen around the chuck and the electrode.

The efforts has been directed toward developing the entire equipment less cutting electrodes.

Successfully we have adapted a Romanian d.c. electric source, an improved electrode holder, welding electrodes-bakelite varnish coated and based on many experiments - protection rules for cutting and welding underwater.

The paper presents general problems concerning cutting and welding underwater, a description of the equipment - especially the new electrode holder, some specifications about underwater electric shock hazards and the protection rules.

- Prezența hidrogenului în electrozi creează probleme adiționale incluzând susceptibilitatea la fisuri.

- La sudarea în poziția deasupra capului bulele interferează cu sudura. În acest caz conductele se sudează prin ferestre, decupând partea de deasupra și sudând prin interior.

- Limitele fiziologice și dificultățile legate de condițiile severe afectează sudarea sub apă (slaba vizibilitate, curenții, o bază nesigură de pe care se sudează, echipament greoi, frigul etc.).

-Defectoscopia ultrasonică se face cu mari greutate și cheltuieli.

### SOCUL ELECTRIC SUB APA SI MASURILE DE PROTECTIE

Condiția primordială pentru siguranța sudării și tăierii sub apă este ca scafandrul să fie plasat în afara cîmpului electric, deci în spatele electrodului. Se știe că scurgerea de curent într-un om ce se află sub apă va fi proporțională cu numărul de linii de gradient de tensiune ce îl traversează (1, 4). Din experiența practică semnalată de literatura de specialitate (5, 6) precum și din încercările efectuate de noi s-au desprins următoarele reguli de protecție:

- scafandrierul trebuie să fi practicat tăierea și sudarea electrică mai întâi pe uscat;

- cablul, portelelectrodul și tot ce este în legătură cu circuitul electric trebuie să fie perfect izolat și etanș;

- nici o lucrare de nici un fel nu este permisă la suprafață în perimetrul în care scafandrul sudează pe o rază cel puțin egală cu adîncimea de lucru;

-echipamentul de sudare trebuie să cuprindă și telefon;

- este de preferat să se lucreze cu mănuși izolante, deoarece liniile de gradienti de tensiune sînt dese în jurul portelelectrodului;

-curentul alternativ nu este recomandabil pentru sudare;

- întregul echipament de lucru trebuie inspectat cu atenție după fiecare folosire datorită electrolizei;

- scafandrierul nu se va întoarce niciodată cu spatele la împămîntare;

BIBLIOGRAFIE :

1. HACKMAN D.I., GLASGOW J.S., 1968 - Underwater Electric Shock Hazards. Journal of Ocean Technology, 2; 3.
2. MISHLER, H.W., RANDALL N.D., 1970 - Underwater Joing and Cutting, Present and Future. Offshore Technology Conference - Paper 1251.
3. MYERS J.M., HOLM C., 1969 - Handbook of Ocean and Underwater Engineering, Ed. Mc.Graw Hill Book Co. N.Y. 4-23; 4-32.
4. PENZIAS W., GOODMAN N.W., 1973 - Man Beneath the Sea. Ed. Wiley Interscience: 643-645.
5. x x x , 1973 - Arcair Underwater Arc-Cutting Manual - ARCAIR Co.
6. x x x , 1974 - Operating Suggestions for Arc Oxygen Underwater Cutting - Craftsweld Corporation, USA.
7. x x x , 1979 - OSIM - Hotărfirea nr.777/30.11.1979 privind acordarea brevetului de invenție nr.73535 cu titlul "Portelectrod pentru tălerea și sudarea sub apă"-autor ing. Dorogan Dumitru, titular IRCM Constanța-
8. x x x , 1973 - U.W.Brenner - prospect firma W.E.Müller, Aeppli Zurich Schweiz.