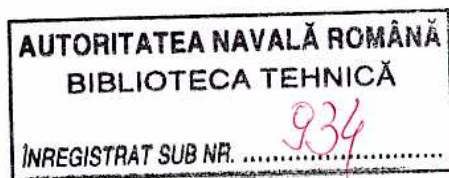


**MINISTERUL TRANSPORTURILOR
REGISTRUL NAVAL ROMÂN**

Norme tehnice pentru construcții navale

**PRESCRIȚII PRIVIND SUDAREA
ȘI TĂIEREA SUB APĂ**

Elaborator:	REGISTRUL NAVAL ROMÂN
⇒Cod:	MT.RNR - NT 12/6 - 99
⇒Aprobat prin:	Ordinul Ministrului Transporturilor nr.288 din 04.06.1999
⇒Data intrării în vigoare:	02 iulie 1999
⇒Înlocuiește publicația:	RNR 42-86 (2.11)



Reproducerea acestei publicații, prin orice metodă, este permisă numai cu acordul scris al Registrului Naval Român.

© RNR, 1999

Ministerul Transporturilor
Registrul Naval Român
-Sediul central-
Bd. Dinicu Golescu, nr. 38
sector 1, cod 77113, București
Tel: (01) 2223768
Fax: (01) 2231972

CUPRINS

1	SUDAREA MANUALĂ SUB APĂ	
1.1	Condiții generale	5
1.2	Operații pregătitoare.	5
1.3	Alegerea electrozilor pentru sudarea manuală sub apă.	5
2	TĂIEREA SUB APĂ	
2.1	Condiții generale	7
2.2	Operații pregătitoare.	7
Anexa I -	Probă pentru autorizarea sudorilor subacvatici	9
Anexa II -	Cerințe privind tehnica securității muncii la lucrările de sudare și tăiere sub apă.	11

PRESCRIPTII PRIVIND SUDAREA ȘI TĂIEREA SUB APĂ

I. SUDAREA MANUALĂ SUB APĂ

1.1. Condiții generale

1.1.1. Îmbinările sudate sub apă vor fi realizate numai de către scafandri-sudori școlarizați special în acest scop. Scafandrii-sudori vor fi autorizați de către R.N.R. pe baza unui program, conform unor prevederi speciale ale R.N.R. (vezi Anexele I și II).

Scafandrii-sudori autorizați vor efectua în mod obligatoriu suduri de antrenament cel puțin odată la 6 luni.

1.1.2. În anumite cazuri, R.N.R. poate impune ca înaintea sudării propriu-zise să fie efectuate suduri de antrenament, în condiții asemănătoare cu cele în care se va efectua sudarea propriu-zisă. Aceste suduri vor fi examinate de inspectorul R.N.R. și numai dacă vor fi considerate corespunzătoare se va trece la sudarea propriu-zisă.

1.2. Operații pregătitoare

1.2.1. Piesele de sudat vor fi curățate de rugină, vopsea, vegetație etc.

1.2.2. Marginile tablelor de sudat vor fi prelucrate corespunzător tipului de îmbinare care urmează să fi utilizat.

1.2.3. Prinderile provizorii se vor executa cu același tip de electrozi cu care se va efectua și sudarea propriu-zisă. Lungimea prinderilor provizorii va fi de 20–50 mm și se va efectua de preferință cu electrod de 4 mm diametru.

1.2.4. Electrozii cu care urmează să se suda vor fi examinați la exterior în ceea ce privește starea învelișului hidroizolant.

Electrozii cu înveliș deteriorat sau cu discontinuități nu se vor utiliza pentru sudare. Îndepărtarea pastei de la capătul electrodului (de pe fața frontală), în vederea amorsării ușoare a arcului, se va efectua numai sub apă, la locul de sudare, și numai imediat înaintea amorsării fiecărui electrod.

Este interzisă utilizarea fracțiunilor de electrozi rezultați în urma întreruperii sudării sub apă, dacă de la întreruperea arcului a trecut o perioadă de 3 minute sau mai mult.

1.3. Alegerea electrozilor pentru sudarea manuală sub apă

1.3.1. La efectuarea lucrărilor de sudare sub apă se vor folosi numai electrozi acceptați de către R.N.R.

Acceptarea electrozilor se va face pe baza încercărilor de mai jos și în conformitate cu principiile generale de acceptare a materialelor pentru sudare, principii cuprinse în partea A-XIV „Sudarea”, div. 4, pct. 4.1 din Regulile pentru Clasificarea și construcția navelor maritime.

1.3.2. Pentru încercarea electrozilor destinați sudării sub apă, prezența spre acceptare, se vor efectua:

— o probă de metal depus prin sudare în aer, pentru determinarea caracteristicilor mecanice;

— o probă de îmbinare sudată în colț, efectuată sub apă, în vederea determinării rezistenței la tracțiune a sudurilor pe epruvete plate cu eclise;

— o probă de îmbinare sudată în colț, care să permită efectuarea măsurătorilor de duritate, conform 1.3.2.7.

1.3.2.1. Determinarea caracteristicilor mecanice ale metalului depus în cazul sudării în aer se va efectua în conformitate cu § 4.2.3.1 din partea A-XIV a Regulilor.

1.3.2.2. Pentru încercarea îmbinărilor sudate în colț se va realiza o probă conform figurii 1.3.2.2.

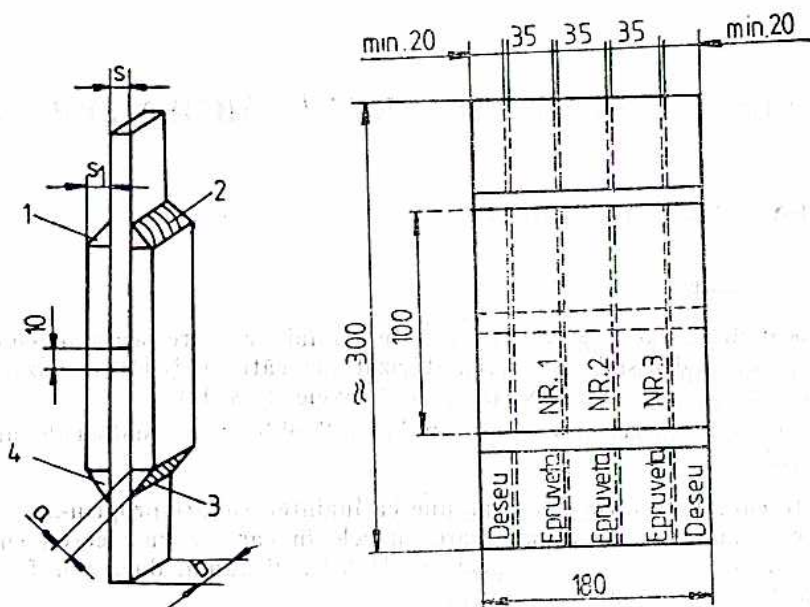


Fig. 1.3.2.2.

Proba de îmbinare sudată în colț pentru încercarea la tracțiune pe epruvete plate.

1.3.2.3. Grosimea metalului de bază al probei se alege în funcție de posibilitățile de efectuare a încercării la tracțiune și de diametrul electrozilor, cu acordul inspectorului R.N.R.

Pentru electrozii având diametrul de 4 mm se va alege grosimea metalului de bază $s = 8 - 12$ mm, iar pentru electrozii de diametru de 5 mm se va alege $s = 10 - 15$ mm.

Grosimea medie a unei cusături de colț se consideră media aritmetică a 2-3 măsurători efectuate cu o precizie de $\pm 0,1$ mm de-a lungul cusăturii. Această valoare (a_m) trebuie să satisfacă relația:

$$a_m = 0,7 s \pm 1 \text{ mm}$$

în care s reprezintă grosimea (în mm) plăcii celei mai subțiri.

1.3.2.4. Sudarea probelor în vederea acceptării electrozilor se va efectua într-un bazin de dimensiuni adecvate, de tipul celui prezentat în figura 1.3.2.4.

Bazinul va îndeplini următoarele condiții:

- va permite imersiónarea completă a electrodului și a portelectrodului în timpul sudării;
- va permite manipularea ușoară a portelectrodului de către sudor;
- va asigura o răcire permanentă a probei prin intermediul unui curent de apă rece; temperatura apei în bazin nu va depăși $+30^\circ\text{C}$.

1.3.2.5. Dacă nu există alte indicații, sudurile se vor executa cu electrodul legat la polul negativ al sursei de curent pentru sudare. Parametrii regimului de sudare (intensitatea curentului și tensiunea arcului) se reglează la valorile indicate de producătorul materialelor pentru sudare.

Sudurile se vor executa în poziție orizontală, cu electrodul plasat în planul bisector al flancurilor rostului și înclinat față de verticală la un unghi de $10^\circ - 15^\circ$. Sudarea se va efectua prin metoda cu electrod sprijinit folosind pentru ghidarea electrodului marginile pieselor de sudat.

1.3.2.6. Încercarea la tracțiune se va executa pe epruvete plate cu eclise și suduri frontale având dimensiunile indicate în fig. 1.3.2.2. Se va determina sarcina maximă (F_{max}) suportată de epruvetă.

Prelevarea și încercarea epruvetelor se va efectua în conformitate cu cele prevăzute la § 2.2.2 din partea A-XIII „Materiale” a Regulilor.

Calculul rezistenței la rupere la tracțiune se face cu formula

$$R_m = \frac{F_{max}}{2 \cdot a_m \cdot l} \quad , \text{ unde:}$$

- R_m – rezistența la rupere la tracțiune, [N/mm²];
 F_{max} – sarcina maximă suportată de epruvetă, [N];
 a_m – grosimea medie a cusăturilor de colț, [mm];
 l – lungimea cusăturii, [mm].

Pentru fiecare încercare se iau trei epruvete, iar ca rezultat al încercării se ia în considerare media aritmetică a celor trei valori determinate. Valoarea rezultată trebuie să fie mai mare decât rezistența la rupere (R_m) a materialului de bază.

1.3.2.7. Pentru încercarea de duritate se prelevează o epruvetă conținând o secțiune transversală a unei suduri de colț, care să permită determinarea durității prin amplasarea unor amprente pe diferite direcții în conformitate cu fig. 1.3.2.7.

Urmele de duritate din zona influențată termic (ZIT) vor fi amplasate în subzona de supraîncălzire (în imediata apropiere a liniei de fuziune).

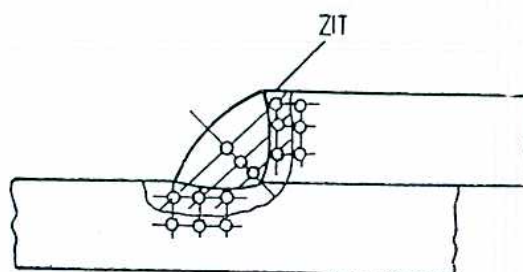


Fig. 1.3.2.7.

Epruvetă conținând o secțiune transversală a unei suduri de colț și direcțiile pe care se măsoară duritatea.

Valorile durității metalului de bază, a cusăturii și a zonei influențate termic (ZIT) vor fi comunicate spre informare R.N.R.

2. TĂIEREA SUB APĂ

2.1. Condiții generale

2.1.1. Prezentele cerințe se referă la procesul de tăiere manuală sub apă cu electrozi tubulari din oțel sau grafit. Acești electrozi se pretează la tăierea tablelor din oțeluri ferito-perlitice până la grosimea de 30 mm.

Electrozii nu vor fi folosiți la tăierea oțelurilor austentice sau a metalelor neferoase.

2.1.2. Tăierea sub apă se va efectua numai de către scafandri care au fost școlarizați în acest scop și care au efectuat un antrenament corespunzător acestor lucrări, ambele avizate de către R.N.R.

2.2. Operații pregătitoare

2.2.1. Tăierea se va efectua folosind curentul continuu, polul negativ al sursei de curent fiind legat de portelectrod.

2.2.2. Se verifică dacă reductorul de oxigen funcționează corect, dacă nu există scăpări de oxigen și dacă oxigenul se scurge liber prin orificiul de tăiere, al portelectrodului.

2.2.3. Se verifică funcționarea corectă a întrerupătorului curentului de tăiere.

2.2.4. Se verifică electrozii care vor fi utilizați și se vor alege numai cei care au învelișul hidroizolant intact.

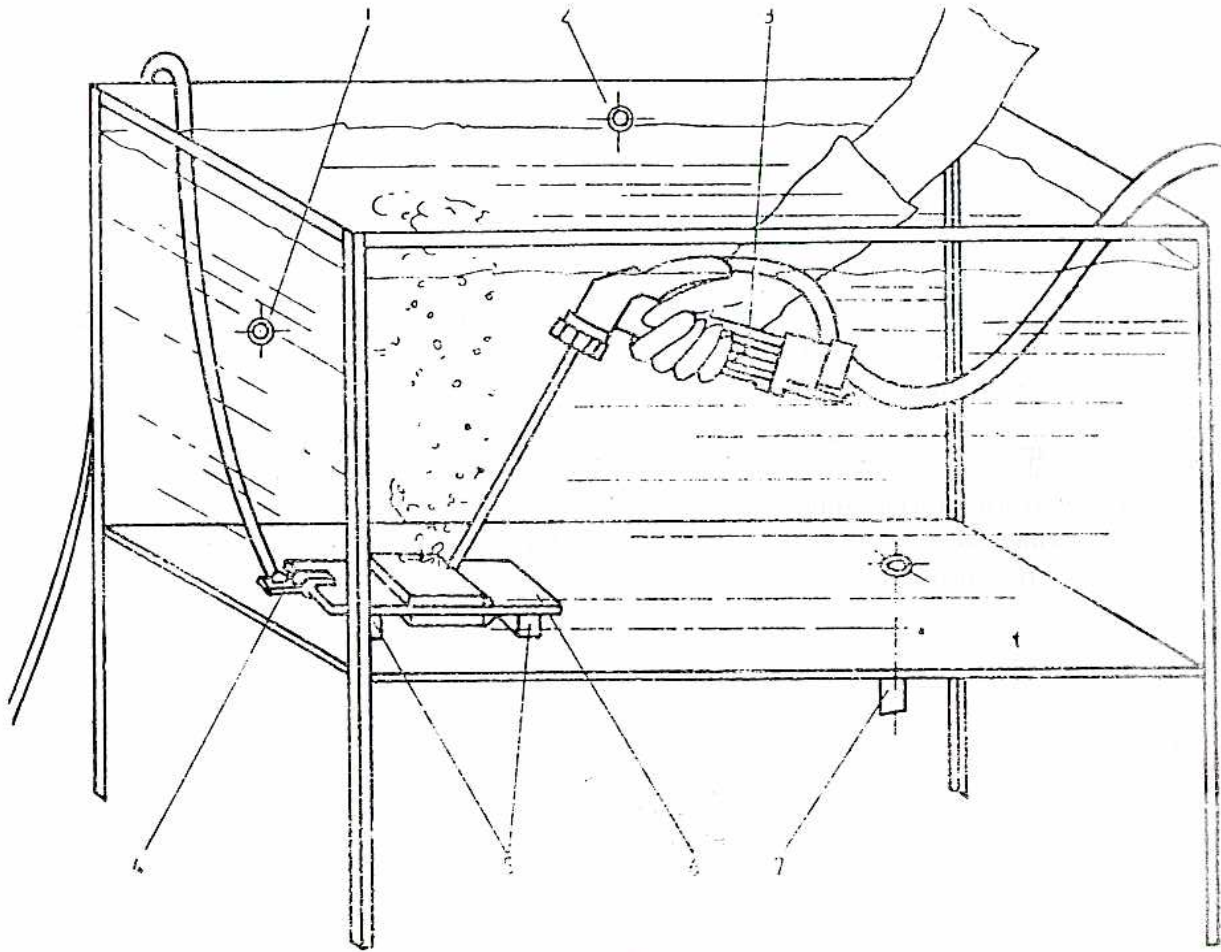


Figura 1.3.2.4.

Bazinul pentru sudarea probelor sub apă.

1 — gură de alimentare; 2 — supraplin; 3 — portelectrod; 4 — clemă pentru legarea la masă; 5 — suport izolator; 6 — metal de bază (plăcuțe pentru probe); 7 — țeava de evacuare.

2.2.5. La electrozii selectați, cu puțin timp înaintea începerii lucrărilor propriu-zise, se va îndepărta pasta de pe suprafața frontală a capătului cu care amorsează arcul și se va verifica dacă orificiul nu este obturat.

2.3. Acceptarea electrozilor de tăiere

2.3.1. La efectuarea lucrărilor de tăiere sub apă se vor utiliza numai electrozi acceptați de către R.N.R.

2.3.2. În vederea obținerii acceptului pentru electrozi de tăiere sub apă se vor respecta prevederile de la 4.1 din partea A-XIV „Sudarea” a Regulilor.

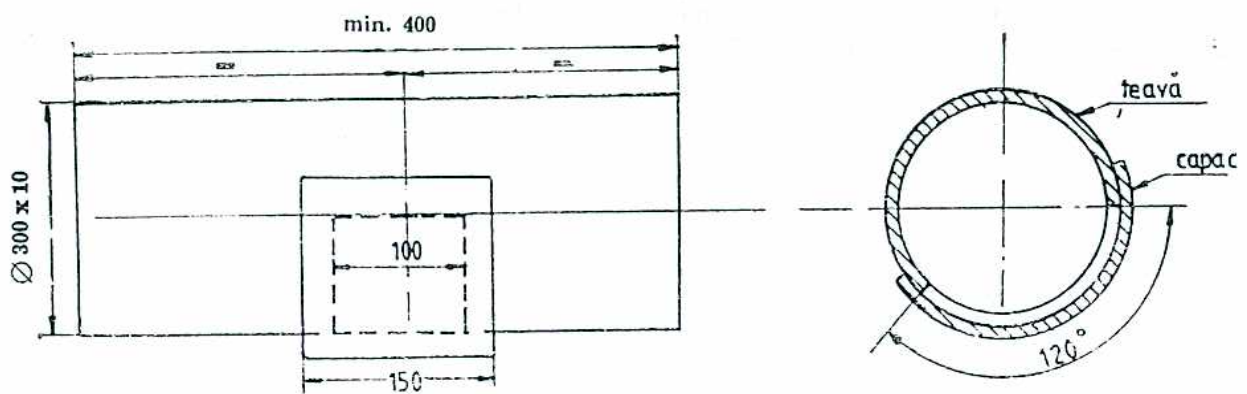
2.3.3. Pentru acceptarea electrozilor se vor efectua tăieri sub apă în poziție orizontală pe table de diferite grosimi (între 8–30 mm). Dimensiunile tablelor care se taie vor fi de aproximativ 350×200 mm. La cererea inspectorului R.N.R. se vor efectua și tăieri în poziție verticală.

Se va urmări obținerea unei detașări complete a celor două părți ale tablei tăiate precum și margini tăiate pe cât posibil drepte, avîndu-se în vedere faptul că suprafața tăieturii nu este calitativ comparabilă cu cea obținută în aer.

PROBĂ PENTRU AUTORIZAREA SUDORILOR SUBACVATICI

Pe o țevă de dimensiuni aproximative de $\varnothing 300 \times 10$ mm se practică prin tăiere sub apă o decupare de 100 mm lățime pe un arc de 120° pe circumferință, ca în figura de mai jos.

Decuparea se închide prin sudarea unui capac curb (confeționat dintr-o țevă de diametru apropiat țevii de probă) cu grosimea de 10 mm.



Decuparea și sudarea capacului se execută sub apă, cu țeava de probă fixă și având axa de simetrie în poziție orizontală, la o adâncime de minim 3 m, pentru autorizarea în vederea execuției de lucrări de tăiere și sudare pînă la o adâncime de maxim 10 m.

Capacul metalic de etanșare va avea dimensiuni corespunzătoare pentru a se putea acoperi orificiul rezultat prin decupare cu cel puțin 25 mm pe fiecare latură.

După decupare și sudare, proba se scoate la suprafață și se supune următoarelor controale și verificări:

1. Control vizual

1.1 Controlul vizual al suprafeței decupării

Suprafața debitată se consideră corespunzătoare dacă nu prezintă următoarele defecte:

- denivelări mari mari de 2 mm;
- rizuri cu adâncimea mai mare de 1 mm;
- defecte locale (cratere, capete netăiate sau defecte de amorsare) cu adâncimea mai mare de 2 mm și lățimea peste 5 mm.

1.2 Controlul vizual (completat în caz de dubii cu control cu lichide penetrante) al sudurii capacului metalic de etanșare.

În îmbinarea sudată nu sînt admise următoarele defecte de suprafață:

- fisuri în cusătură;
- mai mult de 10 pori cu $d_{max}=2$ mm;
- cratere cu adâncimea mai mare de 2 mm;

- mai mult de 5 incluziuni de zgură cu dimensiunea maximă de 3 mm;
- creștături marginale cu adâncimea mai mare de 2 mm și pe o lungime însumată de peste 30% din lungimea cusăturii.

2. Controlul etanșeității

Probele sudate corespunzătoare la controlul vizual și cu lichide penetrante se supun unei probe la etanșeitate, astfel:

Pe capetele țevii de probă se montează două capace care să asigure etanșarea, eventual cu o garnitură de cauciuc. Aceste capace vor fi astfel construite încât să se poată asigura umplerea țevii de probă cu apă și montarea unei conducte de aerisire.

Probarea la etanșeitate se va executa la o presiune echivalentă cu minim 2,4m coloană de apă.

Proba se consideră corespunzătoare dacă după minim 10 minute de încercare nu se detectează scurgeri sau lăcrimări în zona sudurii capacului metalic de etanșare.

Se poate admite o singură remediere a zonelor cu scurgeri sau lăcrimări executată de asemenea prin sudare sub apă.

CERINȚE PRIVIND TEHNICA SECURITĂȚII MUNCII LA LUCRĂRILE DE SUDARE ȘI TĂIERE SUB APĂ

Prezentele cerințe constituie parte integrantă a materialului teoretic ce va fi studiat de scafandru-sudor în vederea autorizării sale pentru acest gen de lucrări (vezi pct. 3 din PROCEDURA DE AUTORIZARE A SUDORILOR R.N.R. 38.86 (2.II)).

1. Reguli generale de tehnica securității muncii.

1.1 Echipamentul de lucru în apă poate fi utilizat numai de către un scafandru calificat, asistat la suprafață de un operator experimentat.

1.2 Înaintea începerii lucrului în apă, scafandru-sudor și operatorul vor verifica împreună funcționarea corectă a întregului echipament de scufundare și de sudare și/sau tăiere sub apă, ce urmează a fi utilizate.

1.3 Scafandru-sudor și operatorul de la suprafață vor cunoaște și vor respecta cu strictețe instrucțiunile operatorii detaliate care vor fi prescrise prin instrucțiunile tehnologice de lucru.

Este cu desăvârșire interzisă începerea lucrului fără o recunoaștere prealabilă efectuată de conducătorul lucrării și de cei ce o vor executa.

1.4 Este interzisă orice operație la suprafață, pe o rază cel puțin egală cu adâncimea de lucru, în zona în care lucrează scafandru-sudor.

Este cu desăvârșire interzisă efectuarea de lucrări pe aceeași verticală a mai multor scafandru-sudori.

1.5 Scafandru-sudor și operatorul se vor asigura că nu există materiale explozive (solide, lichide sau gazoase) în structura sau epava la care urmează a se lucra.

2. Reguli de tehnica securității muncii la sudarea și tăierea sub apă.

2.1 Verificări ce se efectuează înainte de scufundare.

2.1.1 La locul de muncă.

2.1.1.1 Înainte de începerea operațiilor de sudare sau tăiere, scafandru-sudor va inspecta cu atenție zona în care se va lucra și se va asigura de inexistența unor incluziuni de gaze în structura la care se va lucra.

2.1.1.2 Scafandru-sudor va începe lucrul în punctul cel mai apropiat de suprafață și va continua operațiunile de tăiere și sudare pe măsură ce avansează spre adâncime. Se reduce astfel posibilitatea producerii unor explozii a gazelor acumulate în pungi.

2.1.1.3 În vederea efectuării operațiilor respective, scafandru-sudor va alege poziția cea mai stabilă sprijinindu-se pe structuri.

2.1.1.4 Se va evita tăierea și sudarea în poziția peste cap.

2.1.1.5 Pe măsură ce se avansează spre adâncime cu lucrul, se vor lua măsuri corespunzătoare de prevenire a dislocărilor de piese care ar putea pune în pericol siguranța scafandrului-sudor. Se recomandă ca scafandru-sudori să lucreze pe platforme individuale coborite la adâncime și fixate corespunzător, prin legarea de structurile sau epava la care se lucrează.

2.1.2 La echipamentul care se utilizează la suprafață.

- 2.1.2.1** Se vor utiliza surse de curent continuu cu caracteristică căzătoare și care să furnizeze un curent de cel puțin 300 A. Utilizarea la sudare a curentului alternativ este strict interzisă deoarece prezintă un risc de electrocutare mărit și produce distrugerea prin electrocutare a părților metalice ale costumului de scafandru.
- 2.1.2.2** Sursa de curent va fi prevăzută cu legătură la pământ.
- 2.1.2.3** Amplasarea sursei de curent se va face pe un suport de lemn uscat sau alt material izolant, evitându-se amplasarea sursei pe o structură metalică, chiar dacă aceasta este legată la pământ.
- 2.1.2.4** În cazul instalațiilor portabile se va asigura separarea cablurilor de alimentare de cablurile de sudare. Acestea vor fi astfel executate încît să permită utilizarea lor sub tensiune atât în apă dulce cît și în apă de mare.
- 2.1.2.5** Este obligatorie respectarea măsurilor de protecție la manevrarea instalațiilor electrice.
- 2.1.2.6** În circuitul de sudare, pe cablul portelectrodului, se amplasează un întrerupător, complet izolat, pentru curentul de sudare. Întrerupătorul se montează în carcasa de sudare sau în alt loc accesibil operatorului de la suprafață.
- 2.1.2.7** Reductorul de oxigen trebuie să fie în perfectă stare, capabil să debiteze oxigen la debitul și presiunea necesare.
Reductorul și întregul echipament care folosește oxigen se verifică dacă nu prezintă urme de ulei, grăsimi sau alți lubrifianți organici.
- 2.1.3** La echipamentul care se utilizează sub apă.
- 2.1.3.1** Scafandru-sudor va utiliza un costum etanș, mănuși uscate din cauciuc și o cagulă care acoperă urechile. Orificiul căștii se va izola în dreptul bărbiei cu bandă de cauciuc.
Întregul echipament de lucru sub apă al scafandru-sudor va fi de construcție specială și destinat exclusiv acestui scop. Este strict interzis lucrul cu echipament improvizat.
- 2.1.3.2** Scafandru-sudor va verifica periodic casca și toate părțile metalice ale echipamentului de scafandru și de sudare pentru a depista din timp zonele deteriorate.
- 2.1.3.3** Lentilele de protecție vor fi montate pe o ramă rabatabilă în partea exterioară a vizorului.
- 2.1.3.4** Cablurile și racordurile electrice nu trebuie să prezinte urme de deteriorare a izolației care să permită scurgeri de curent.
- 2.1.3.5** Portelectrozii utilizați la sudarea sau tăierea sub apă vor fi construiți special în acest scop și vor fi izolați electric în mod corespunzător.
- 2.1.3.6** În cazul tăierii sub apă se va verifica ca dispozitivul de oprire a returului flăcării (grila antideflagrantă) montat pe portelectrod să fie în perfectă stare de funcționare. În cazul în care portelectrodul nu a fost prevăzut cu un astfel de dispozitiv, se va monta unul, între portelectrod și tubul de oxigen.
- 2.1.3.7** Cablul electric și tubul de oxigen se vor lega împreună prin intermediul unor distanțiere avînd pasul de aproximativ 1 m.
- 2.1.3.8** Electrozii utilizați trebuie să aibă un înveliș perfect izolat pentru a nu permite pierderi de curent și pentru a se evita riscul electrocutării.
- 2.1.3.9** După fiecare utilizare, la sfîrșitul zilei de lucru, portelectrodul se va curăți cu jet de apă curentă (dulce) pentru a se îndepărta orice urme de sare care ar putea face ca portelectrodul să devină bun conducător de electricitate. Cu această ocazie se înlătură și impuritățile care pot să împiedice funcționarea corectă a supapelor portelectrodului. La curățire este interzisă ungerea pieselor portelectrodului.
- 2.2** Verificări ce se efectuează după scufundare.
- 2.2.1** Contactul prin care se face legătura la masă trebuie să fie un contact perfect. Dacă este cazul, se vor îndepărta prin șlefuire orice urme de oxizi și vegetație de pe suprafețele prin care se va realiza contactul. Dacă nu există altă posibilitate, cablul prin care se face legătura la masă poate fi legat și la suprafața apei dar numai în cazul în care se poate verifica și constata că curentul electric este bine condus prin structura metalică, la punctul de tăiere, respectiv de sudare.

În acest caz se va avea în vedere respectarea cerinței de la 2.2.2.

2.2.2 Scafandrul-sudor va sta, în toate situațiile de lucru sau de pauza, cu rața la legătura la masă, mai ales atunci când curentul electric este cuplat. Toate operațiile de sudare și/sau tăiere se vor efectua între scafandrul-sudor și legătura la masă (vezi figura 2.2.2).

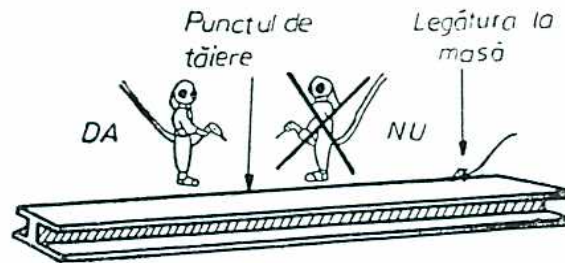


Figura 2.2.2.

2.2.3 Scafandrul-sudor nu are voie să îndrepte vârful electrodului spre sine.

2.2.4 Înaintea începerii operațiilor de sudare și/sau tăiere se verifică ca în timpul operației, zgura rezultată să nu curgă sau să cadă pe tuburile de aer sau pe costumul de scafandru.

2.2.5 Scafandrul-sudor va lua toate măsurile pentru ca nici o zonă a corpului sau echipamentului de scufundare să nu devină parte a circuitului electric.

2.2.6 Scafandrul-sudor va semnala operatorului de la suprafață să întrerupă curentul de sudare înainte de fiecare înlocuire a electrodului.

2.2.7 Scafandrul-sudor va scoate electrodul din portelectrod ori de câte ori intră în apă sau revine la suprafață.

2.3 Reguli privind utilizarea curentului electric în timpul cât scafandrul-sudor se află în apă.

2.3.1 Curentul de sudare va fi în permanență întrerupt cât timp scafandrul-sudor se află în apă, cu excepția perioadelor de lucru efectiv.

2.3.2 După ce scafandrul-sudor introduce și strânge electrodul în portelectrod, va localiza, cu extremitatea electrodului, punctul în care urmează să înceapă sudarea sau tăierea. Scafandrul-sudor va menține electrodul în contact cu piesa, va deschide supapa de oxigen și în același timp va semnaliza la suprafață cerînd conectarea curentului.

2.3.3 După consumarea electrodului, scafandrul-sudor nu va îndepărta capătul electrodului de piesă pînă cînd, la semnalizarea sa, operatorul de la suprafață nu va întrerupe curentul și îi va confirma aceasta.

Operatorul nu va transmite confirmarea întreruperii curentului pînă cînd acesta nu a fost realmente realizată prin acționarea întrerupătorului de către operatorul însuși.

AUTORITATEA NAVALĂ ROMÂNĂ
BIBLIOTECA TEHNICĂ
ÎNREGISTRAT SUB NR. 934

